



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap  
Område Landskapsarkitektur

# VATTENDESIGN I LANDSKAPET

LANDSKAPSARKITEKTUR MÖTER  
KLIMATFÖRÄNDRINGAR



Water design in the landscape - Landscape architecture meet future climate changes

Johanna Särnsjö

Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

Landskapsarkitektprogrammet

Examensarbete i landskapsarkitektur, 30 hp

Alnarp 2012



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap  
Område Landskapsarkitektur

SVENSK TITEL: Vattendesign i landskapet - Landskapsarkitektur möter framtida klimatförändringar  
ENGELSK TITEL: Water design in the landscape - Landscape architecture meet future climate changes

FÖRFATTARE: Johanna Särnsjö

HANDLEDARE: Carola Wingren, SLU, Landskapsarkitektur  
EXAMINATOR: Karl Lövrie  
BITRÄDANDE EXAMINATOR: Kristina Blennow

KURSTITEL: Examensarbete i Landskapsarkitektur  
KURSKOD: EX0545  
NIVÅ OCH FÖRDJUPNING: A2E

PROGRAM: Landskapsarkitektprogrammet  
ÄMNE: Landskapsarkitektur  
UTGIVNINGSSORT: Alnarp  
UTGIVNINGSMÅNAD OCH ÅR: Maj 2012

SERIENAMN: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU  
ELEKTRONISK PUBLICERING: <http://stud.epsilon.slu.se>

NYCKELORD: vattendesign, landskapsarkitektur, hållbar design, klimatförändringar, havsnivåhöjning, vattendrag, vattenfluktuationer, dynamiskt landskap

## Förord

Detta examensarbete på 30 hp inom landskapsarkitektur utgör den avslutande delen av min utbildning som landskapsarkitekt på Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).

Jag vill rikta ett stort tack till alla på Gatukontoret, Miljökontoret och VA Syd som tagit sig tid att diskutera och svara på frågor kring Risebergabäcken och relaterade ämnen. Ett särskilt tack vill jag rikta till Stefan Billqvist och Stefan Milotti på VA-syd, samt Nikola Jagaric på Gatukontoret för deras stora engagemang och hjälp med att bistå med material.

Jag vill också tacka Carola Wingren för konstruktiv handledning som lyft mitt arbete samt alla nära och kära som stått vid min sida under arbetets gång.

Johanna Särnsjö,

Malmö våren 2012

‘No river is stable, each river has its own life’

Georges Descombes Architect, Landscape Architect, Visual artist, Professor of Architecture Emeritus University of Geneva

## SAMMANFATTNING

Klimatet är i ständig förändring. Genom historien har det skett stora temperaturväxlingar och vad man kan se idag är att medeltemperaturen på jorden ökar, samt att dramatiska vädersituationer verkar bli allt vanligare. Klimatet förändras naturligt men våra utsläpp av växthusgaser bidrar med att ytterligare förstärka denna trend. De förändringar som vi ser idag förutspås eskalera i framtiden.

Ökade medeltemperaturer leder till att glaciärer successivt smälter och det kan komma att innebära dramatiskt förändrade landskapsbilder. Havsytenivån höjs och kustnära- och låglänta områden riskerar att svämmas över. Kustlinjer kommer behöva flyttas inåt land. Hur pass stor havsnivåhöjningen blir beror emellertid på hur mycket medeltemperaturen höjs och hur mycket is som i sin tur smälter.

Något som har förändrat landskapsbilden mycket kraftfullt från 1800- talet fram tills idag är det urbana landskap som människor byggt upp. Man har rätat ut vattendrag för att få tillgång till större arealer för olika markanvändning. Som konsekvens har vattendragens volym samt dess förmåga att ta hand om vatten minskat. Hårdgjorda ytor som brer ut sig tillför ytterligare belastning på vattendrag eftersom vattnet på dessa ytor inte kan infiltrera och istället avleds snabbt till vattendragen. Konsekvenser av dessa landskapliga förändringar är även att vattenkvaliteten försämras och det akvatiska liv som vattendragen frodar utarmas. De landskap som vi nu lever i och gjort oss beroende av är väldigt sårbara. Vi har skapat statiska miljöer som inte ser till klimatets dynamik.

Jag har valt att arbeta med Risebergabäcken i Malmö som är ett tydligt exempel på ett vattendrag som fått erfara denna landskapliga förändring på grund av sitt urbana läge. Uppsatsen syftar till att möta klimatförändringar och mildra de problem som finns utmed bäcken idag. Jag undersöker därför vilka konsekvenser som kan komma att drabba Risebergabäcken i framtiden. Ämnen som berörs i uppsatsen, som syftar till att öka förståelsen för uppgiftens komplexitet, är hydrologi, vattendrag och våtmarker. Jag redogör också för teoretiska

resonemang och beskriver exempel som hanterar översvämningsproblematik och fluktuerande vattennivåer.

Utifrån mina studier tar jag fram metoder som man kan använda för att minska översvämningsproblematik utmed vattendrag. Dessa testar jag i min design. Jag utvecklar ett gestaltungsförslag längs en del av Risebergabäcken med utgångspunkten att betrakta vattnet som dynamiskt. På platsen skapas förutsättningar för ett hälsosamt vatten och ett rikt akvatiskt liv. Vattenmiljöerna är spännande och föränderliga samt inhyser möjlighet till interaktion.



# ABSTRACT

The climate is constantly changing. Throughout history, significant changes in temperature has occurred and today, the average temperature on earth is increasing and dramatic climate events seem to be more and more common. The climate changes naturally but the emissions of green house gases contribute to further increase the average temperature. The changes we see today are predicted to escalate in the future.

Increasing average temperatures is causing glaciers to gradually melt and this is likely to result in dramatically changed landscape scenes. The sea level rises and coastal- and lowland areas risk flooding. Coastlines will have to be moved inwards land. However, how large the sea level will increase is dependent on how much the average temperature increases and how much ice that is melting in return.

Something that have changed the landscape scene in a powerful way up until today is the urban landscape that people have built since the 19<sup>th</sup> century. People have channeled rivers to rationalize and get access to larger areas for different land use. As a consequence, the volume of the rivers and their ability to handle water has diminished. Areas built with solid materials cause additional strain on the rivers as the water on these surfaces can not infiltrate but is rather drained quickly into the rivers. Other consequences are that the water quality is effected and the aquatic lifes within the rivers are being depleted. The landscape that we are now living in and are depended on has made us very vulnerable. We have created static environments that do not take the dynamics of the landscape into account.

I have chosen to work with Risebergbäcken, a small stream in Malmö that have been afflicted by floods. It is a good example of a stream that has experienced the changes in landscape because of its urban location. The aim of the present thesis is to reduce the existing problems along the stream today and to handle problems and events that may disturb Risebergabäcken in the future because of the climate changes. In order to increase the apprehension of

the complexity of the assignment, the issues that will be dealt with in the thesis will include hydrology, rivers and wetlands. I also describe different approaches and examples that handle floods and fluctuating water levels.

From my studies I propose methods that could be used to diminish the risk of floods along rivers and examine if those could be applied in my design. I develop a design proposal along a part of Risebergabäcken with the starting point to regard water as a dynamic material. The site will have the ability to obtain healthy water and a rich aquatic life. There are exciting water features that are changeable and the site offers ability of interaction.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

förord .....	3
SAMMANFATTNING .....	4
ABSTRACT .....	5
 <i>Del 1. INLEDNING</i>	
<b>BAKGRUND</b> .....	<b>8</b>
Syfte & mål .....	8
<b>FRÅGESTÄLLNING</b> .....	<b>8</b>
Avgränsning .....	8
<b>MÅLGRUPP</b> .....	<b>8</b>
<b>METOD</b> .....	<b>8</b>
Efterforskningar.....	
Fallstudier .....	
Reflektion .....	
<b>ARBETSPROCESS</b> .....	<b>10</b>
<b>LÄSANVISNING</b> .....	<b>11</b>
<b>ORDFÖRKLARINGAR</b> .....	<b>12</b>
<b>RISEBERGABÄCKEN INTRODUKTION</b> .....	<b>13</b>
Lokalisering i Malmö .....	14
Överbelastningar .....	14
Vatten i Malmö .....	15
 <i>Del 2. VATTEN I SAMSPEL MED LANDSKAP &amp; KLIMAT</i>	
<b>VATTENDRAG &amp; HYDROLOGI</b> .....	<b>17</b>
Vatten i olika former .....	17
Ytavrinning .....	
Grundvatten .....	
Vatten i mark .....	
Vattnets bindning & beteende i mark .....	17
Infiltration .....	17
Flodbäddssubstrat .....	17
Naturlig vattenrening .....	18
Vattnets rörelse & egenskaper .....	18
Tryck .....	
Vattnets hastighet & rörelse .....	

Vattendragets fysiska form .....	18
Flodbäddens djup .....	18
Vägen genom landskapet .....	
Meandring .....	
Flätade vattendrag .....	
Deltaområde .....	
Erosion & skred .....	19
Vattenmagasin .....	20
Årstidsvariationer .....	20
<b>VEGETATION</b> .....	<b>21</b>
Växters betydelse för vattenmiljön .....	22
Skugga .....	
Brunifiering .....	
Aggressiva arter .....	
Växters förutsättningar i vattenmiljöer .....	21
Vattenväxter .....	21
Våtmarksmiljöer .....	22
Myrar .....	
Sumpskogar .....	
Våtmarksmiljöer av ängskaraktär .....	
<b>MÄNSKLIG PÅVERKAN PÅ VATTENDRAG</b> .....	<b>23</b>
Rationaliseringar .....	23
Erosion & skred .....	
Övergödningsproblematik .....	
Stadslandskapet .....	23
<b>KLIMATFÖRÄNDRINGAR GLOBALT SETT</b> .....	<b>24</b>
Klimatets variationer - historiskt & fram till idag .....	24
Mänsklig påverkan .....	24
Växthuseffekten .....	
Ökade växthusgaser i atmosfären .....	
Konsekvenser kopplade till global uppvärmning .....	25
Havsvattennivån höjs .....	
Kustnära områden .....	
Förändring i nederbörd .....	
Översvämningsrisker .....	
Förändrad natur .....	

Kostnader för samhället .....	
<b>KLIMATSCENARIER FÖR MALMÖ</b> .....	<b>27</b>
Studie över översvämningsrisker .....	27
Svårt att beräkna klimatförändringar .....	
Scenarier för Malmö .....	27
Nederbörd .....	
Hydrologi .....	
Temperatur .....	
Havsnivåhöjning i Malmö .....	28
<b>HUR PÅVERKAR KLIMATFÖRÄNDRINGAR RISEBERGABÄCKEN?</b> .....	<b>29</b>
Troliga förändringar .....	29
Hur inverkar topografin?.....	29
Hur skulle ett kustskydd påverka Malmös inre delar?.....	29
För- och nackdelar .....	
 <i>Del 3. VATTNETS DYNAMIK</i>	
<b>FÖRHÅLLNINGSSÄTT TILL VATTEN I URBANA MILJÖER</b> .....	<b>32</b>
Avskärmning från vatten .....	32
Mumbai .....	32
Bankock .....	33
Los Angelesfloden .....	33
Klimatanpassning .....	34
<b>DESIGN &amp; ANPASSNING</b> .....	<b>35</b>
Vatten i design .....	35
Vattnets egenskaper .....	
Ljudmässiga, visuella & taktila upplevelser .....	
Vatten & ljus .....	
Funktion och design .....	
Ett levande material .....	
Inspirerande projekt .....	36
1. Bishan Park, Singapore .....	37
2. Shanghai Houtan Park, Kina .....	37
3. Danube Power Plant at Freudenu .....	38
4. Sengkang Floating Wetland, Singapore .....	39
5. Sichang-Road Teahouse, Kina .....	39
6. Kristianstads Vattenrike .....	39

Härlövs ängar .....	
Isternäset .....	
Årummet .....	
<b>METODER SOM HANTERAR ÖVERSVÄMNINGSPROBLEMATIK .....</b>	<b>42</b>
En översikt .....	42
Fördröjning .....	
Volym .....	
Växter .....	
1. Lokalt omhändertagande av dagvatten .....	42
2. Fördämningar .....	42
3. Förlängav vattenfåran .....	42
4. Vattenmagasin .....	43
5. Vegetation .....	43
6. Vidga vattenfåran .....	44

*Del 4. ARBETSOMRÅDET* **45**

<b>VAL AV ARBETSOMRÅDE .....</b>	<b>46</b>
Översvämningsrisker utmed bäcken .....	46
Planerad bebyggelse .....	46
Val av plats .....	47
Illustrationsplan - befintlig miljö .....	48
<b>ANALYSER &amp; OMRÅDESBESKRIVNING .....</b>	<b>49</b>
Översvämningsscenarier .....	49
Tillgänglighet till arbetsområdet .....	50
Områdesbeskrivning .....	51
Kolonistugor & odlingslotter .....	
Bäckens karaktär .....	
Inblickar i området .....	
Rumslighet & entréer .....	
Grönstruktur .....	
Rörelse, barriärer & störningar .....	
Topografi .....	
Vattenfåran .....	

*Del 5. GESTALTNING* **56**

<b>ARBETSPROCESS .....</b>	<b>57</b>
----------------------------	-----------

Metoder att gå vidare med .....	57
Skisser - övergripande struktur .....	57
Övergripande struktur .....	58
Kolonistugor .....	
Volym .....	
Vegetation .....	
Områdesbeskrivning .....	
Skisser - detaljer .....	61
<b>FÖRSLAGET .....</b>	<b>67</b>
Strukturer - jämförelse befintliga & förslag .....	68
Illustrationsplan .....	68
Vegetativa miljöer .....	
Meandring & Pools/Rifflessekvenser .....	
Vattenmagasinet, Sumpskogen & Vågade terrasser .....	
Material .....	
Topografi .....	
Vågade terrasser .....	70
Sumpskogen .....	75
Vattenmagasinet .....	79

*Del 6. AVSLUTNING* **84**

<b>SLUTSATS .....</b>	<b>85</b>
Hur förslaget möter översvämningsproblematik .....	85
Hur förslaget ökar ekologisk hållbarhet i området .....	86
Hur gestaltningen tar fram vattnets potential .....	86
<b>REFLEKTION .....</b>	<b>87</b>
Vatten i urbana landskap .....	87
Klimatförändringar .....	
Källkritik av litteratur om klimatförändringar .....	
Debatten idag .....	
Samarbete & strategier .....	
Arbetsområdet & avgörande val .....	88
Val av vattendrag .....	
Arbetsområdets lokalisering .....	
Arbetsprocess .....	88
Övergripande förståelse .....	

Inspiration .....	
Svårigheter att göra korrekta beräkningar .....	
Kompletterande åtgärder .....	
Design/planering .....	
Behov av ökad kunskap .....	89
Kompletterande undersökningar .....	
Verktyg .....	89
Egen process .....	
Karta, sektion & 3D- avbildningar .....	
Att ta med sig från arbetet .....	90
<b>VIDARE TANKAR .....</b>	<b>91</b>
<b>FIGURFÖRTECKNING .....</b>	<b>92</b>
<b>KÄLLFÖRTECKNING .....</b>	<b>93</b>
Muntliga & opublicerade .....	93
Tryckta & elektroniska .....	93

# INLEDNING

## BAKGRUND

När jag läste en artikel om hur Risebergabäcken i Malmö drabbats av översvämning föll intresset på att arbeta med översvämningsproblematik. Jag började vidare fundera över hur klimatförändringar kan komma att påverka människor på lokal nivå.

Klimatförändringar kan vara svåra att greppa och översätta till sin egen lokala miljö. Man hör att global uppvärmning gör att världshavens vattennivå stiger vilket kan ge förödande konsekvenser för människor som bor i kustnära områden och innebära stora kostnader för samhället. Malmö liksom flertalet av Sveriges största städer ligger vid vatten. Det är inte svårt att förstå att många människor och delar av vårt avlånga land skulle kunna drabbas av konsekvenserna. Klimatförändringar förväntas även bidra till mer extrema väderförhållanden med kraftigare regn och detta för naturligtvis med sig andra konsekvenser, varav alla vi kanske ännu inte har insett eller förstått vidden av. Hur kan klimatförändringar komma att påverka oss i framtiden och hur kan man utforma staden för att möta dessa klimatförändringar och se dem som möjligheter snarare än som hot? Detta är något som jag genom examensarbetet vill undersöka närmare.

Att arbeta med Risebergabäcken innebär att arbeta med ett område som redan har drabbats av översvämningar. Sannolikheten för ytterligare översvämningar utmed Risebergabäcken så som situationen ser ut idag är stor och det är tydligt att det behövs åtgärder på platsen. Utmaningen blir att undersöka hur klimatförändringar kan komma att påverka bäcken i framtiden, dels genom förhöjda vattennivåer men troligen även genom andra konsekvenser.

Något som tillför en ytterligare dimension till ämnet och som inspirerar mig mycket är vatten som material. Vatten har stora kvaliteter som tilltalar många. Hur kan man då ta till vara på dessa kvaliteter? Hur tar vi hand om ökade vattenmängder som kommer med vattenhöjning och intensiva regn och hur kan man genom gestaltning av landskapet lösa de sannolikt problematiska

konsekvenser som klimatförändringar för med sig? En utmaning blir att skapa spännande miljöer där vatten är i fokus och där dess kvaliteter tas tillvara på bästa sätt. En förutsättning är att gestaltningen är hållbar i ett nutida och framtida klimat. Vi kan inte nöja oss med att planera för hur staden ska se ut idag. Vi måste också planera för hur den kommer att se ut imorgon.

## Syfte&mål

Syftet är att ta reda på hur Risebergabäcken i framtiden kan komma att påverkas av klimatförändringar. Jag vill visa på alternativ till konventionell vattenhantering där vatten ofta betraktas och hanteras som något statiskt snarare än som ett dynamiskt material. Jag vill undersöka vattnets fysiska och estetiska egenskaper för att utveckla min förståelse för vatten som material.

Målet är att göra ett gestaltungsförslag kring Risebergabäcken då det är ett vattendrag som redan idag står inför översvämningsrisker och arbeta med bäcken på ett ekologiskt hållbart sätt. Gestaltungsförslaget ska visa på hur man kan skapa plats för ökade vattenmängder och ett dynamiskt vatten. Förslaget ska vara väl integrerat i sin omgivning. Målet är också att framhäva vattnets kvaliteter och skapa spännande vattenmiljöer som välkomnar klimatförändringar och tar till vara på möjligheterna de för med sig.

## FRÅGESTÄLLNING

Hur kan man gestalta ett vattendrag i en urban miljö på ett ekologiskt hållbart sätt i ett nutida och framtida klimat och samtidigt skapa en miljö där vattnets kvaliteter tas tillvara?

## Avgränsning

Klimatförändringar och översvämningsproblematik kommer att drabba Malmö stad, dels på kustnära områden, dels på platser som inte kan ta hand om sitt

vatten lokalt eller som har sin avrinning till vattendrag som inte kan ta hand om vattnet. Jag kommer inte arbeta med denna problematik i sin helhet utan väljer en specifik plats utmed Risebergabäcken. På så sätt utvecklar jag en åtgärd som tillsammans med andra kan minska risken för översvämningar i Malmö och längs Risebergabäcken.

Att lösa översvämningsproblematik på en viss plats kan innebära både direkta och indirekta åtgärder. Med direkta åtgärder menar jag de åtgärder som görs direkt på platsen. Indirekta åtgärder är åtgärder på områden som på något sätt är kopplade till platsen och som reducerar vattenmängder som annars når bäcken från andra håll. Det kan alltså röra sig om områden som Risebergabäcken avvattnar eller åtgärder uppströms bäcken. Jag avgränsar mig till att arbeta med direkta åtgärder.

Den litteratur och annan information jag tar del av och använder kommer till viss del vara anpassad utifrån att det ska vara relevant för Risebergabäcken och för den uppgift jag tar mig an som landskapsarkitekt. Ämnen som jag berör är till viss del stora och omfattande och jag fokuserar då på de delar som jag har direkt användning av eller som bidrar till ökad förståelse för att lösa uppgiften.

## MÅLGRUPP

Landskapsarkitekter/stadsplanerare/fysisk planerare samt personer som är intresserade av hur klimatförändringar kan påverka oss och hur man kan gestalta vattendrag i urbana miljöer för att möta framtida klimatförändringar och fluktuerande vattennivåer. Min förhoppning är att arbetet också kommer att vara intressant för personer som är intresserade av design i allmänhet och hur man kan skapa spännande och rekreativa vattenmiljöer.

## METOD

Jag har använt mig av flera angreppssätt för att få svar på min frågeställning

och nå mina mål. En övergripande uppgift har varit att skapa mig en helhetsbild av ämnet och ta reda på vilken kunskap som är viktig att ha för att gestalta ett översvämningsdrabbat vattendrag. Nedan följer de metoder jag i huvudsak har använt mig av. Det är dels efterforskningar inom ämnet, dels fallstudier som hanterar platsen. Det är också en reflekterande del som sammanfattar, bearbetar och utvecklar arbetet.

## Efterforskningar

### Samtal

Samtal med olika yrkesföreträdare inom miljöfrågor och naturgeografi samt olika ingenjörer. Dessa kontakter har varit av största vikt för att öka min förståelse av ämnen som berör min uppgift och dess komplexitet.

### Litteraturstudier

En stor del av arbetet har bestått av litteraturstudier. Jag har funnit böcker, tidsskrifter och artiklar genom att söka i Malmö stadsbiblioteks katalog Malin och SLU's (Sveriges lantbruksuniversitets) bibliotek Libris. Jag har också sökt i SLU's databaser framförallt Web of Knowledge's databas Web of Science samt i Google Scholar. Jag har använt mig av en mängd sökord som jag funnit relevanta. Dessa har jag kombinerat och använt synonymer för på svenska och på engelska. Ytterligare sätt att finna litteratur och information har varit genom nätet och tidsskrifterna Gröna fakta och Topos.

Litteratur kring klimatförändringar har till största del varit SMHI's rapporter. Genom att följa media har jag hållt mig uppdaterad på senaste forskningsrön inom ämnet.

### Kartstudier

Kartstudier gjordes för att ta reda på hur klimatförändringar kommer drabba

Malmö. Jag studerade också kartor för att undersöka Risebergabäcken och dess omgivningar.

## Fallstudier

### Inventeringar/Platsstudier

Som en del i att välja arbetsområde gjordes en översiktlig inventering av Risebergabäcken. Jag cyklade då längs Risebergabäcken med karta, antecknade och fotograferade. Inventeringen ökade min förståelse av bäckens karaktär och hur den är förankrad i sina omgivningar.

En andra inventering gjordes efter att jag valt arbetsområde. Syftet var att få en uppfattning om tillgänglighet till arbetsområdet och vilka grön- och bostadsområden som kan kopplas dit. Jag undersökte framförallt gång- och cykelvägar. Inventeringen innebar att jag cyklade runt området inom en radie av 500 respektive 1000 meter med kartor som hjälpmedel. Jag fotograferade och gjorde anteckningar.

En platsstudie gjordes för att analysera arbetsområdet utifrån aspekter som vegetation, bullerstörningar och barriärer inom och runt området.

Jag gjorde också en platsstudie i Kristianstad där jag undersökte hur man där har arbetat med översvämningsproblematik. Det var samtidigt ett sätt att få inspiration från vattenmiljöer med ekologiskt fokus och rekreativa kvaliteter.

### Utställningsbesök

En del av arbetet har varit att studera projekt runt om i världen som behandlar översvämningsproblematik eller fluktuerande vattennivåer. Jag har genom studien utvecklat förståelse för ämnet och funnit möjliga lösningar för hur man kan arbeta med vattnets fluktationer. För att finna exempel besökte jag en utställning kallad *Water: cure or blessing!*? som ställdes ut på arkitekturgalleriet Aedes i Berlin. Där visades visionära projekt, utvecklade av arkitektkontor från

Asien, med vattenmiljöer som i ett framtidsscenario möter höjda havsvattennivåer.

### Skissa, analysera & utveckla

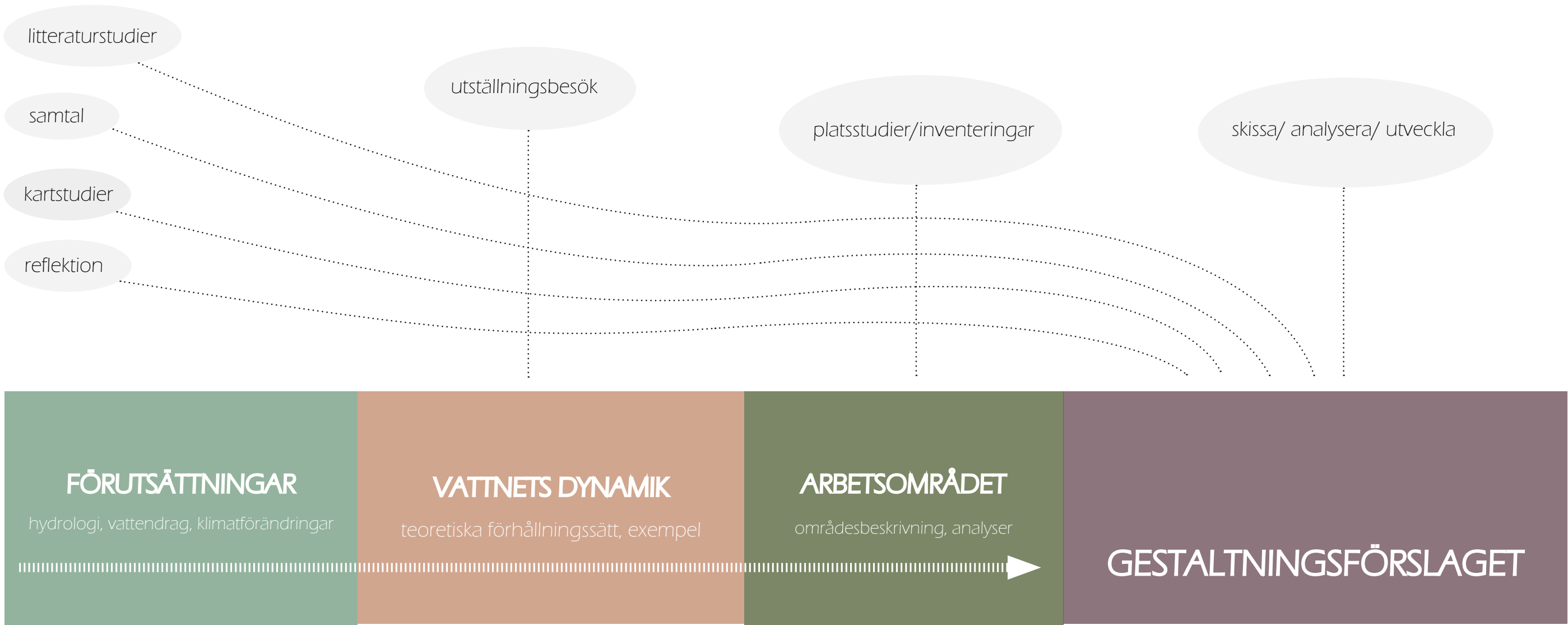
För att utveckla en designlösning har jag gjort analyser av olika slag genom skisser och en 3D- modell i Sketch-up. Analyserna har hjälpt mig att förstå arbetsområdet. Jag har också skissat på idéer både förutsättningslöst och på ett mer medvetet sätt, samt ringat in idéer som jag utvecklat och förstärkt. Genom att arbeta i strukturlera har jag testat och utvecklat landskapsformer.

Jag har arbetat med de digitala verktygen Sketch-up och Auto-CAD för att beräkna avstånd och få upp volymer. Genom adobeprogrammen Photoshop och Illustrator har jag illustrerat bilder och sektioner och i Indesign har jag sedan sammanställt materialet.

## Reflektion

Att under arbetets gång stanna upp och reflektera över uppgiften, hur jag arbetar och vilken information jag tar del av och skriver om har varit nödvändigt för att hålla fokus på mitt mål. Ibland har jag fått omvärdera information och ändrat på strukturen i arbetet. Genom reflektion har arbetet bearbetats och utvecklats.

ARBETSPROCESS





# LÄSANVISNING

*Nedan beskrivs uppsatsens olika delar och vilka syften de fyller.*

## Del 1. Risebergabäcken

Första delen är en introduktion av Risebergabäcken där också en del av den problematik som uppsatsen avser att hantera presenteras.

## Del 2. Vatten - i samspel med landskap och klimat

Andra delen hanterar teorier kopplade till vatten i samspel med landskap och klimat. Syftet är att beskriva de grundläggande ämnen som man behöver ha kunskap inom för att göra ett gestaltningsförslag som svarar på uppsatsens mål. Ämnen som berörs är hydrologi, vattendrag och vattenmiljöer som ofta angränsar till vattendrag, samt det akvatiska liv som finns i vattnet och som kommer att påverkas vid en omgestaltning av bäcken.

Mänsklig påverkan och förändring av vattendrag under de senaste 200 åren är något som också beskrivs här då det förklarar Risebergabäckens utformning idag samt den problematik som uppstått till följd. Här hanteras även klimatförändringar som förväntas drabba oss i framtiden och som kommer att förändra förutsättningarna i landskapet och ha stor påverkan på Risebergabäcken. Förändringarna beskrivs först mer allmänt för att i en avslutande del diskuteras utifrån hur de kan komma att drabba Risebergabäcken.

## Del 3. Vattnets dynamik

I tredje delen framhävs vatten som ett dynamiskt material och här presenteras teorier utifrån landskapsarkitektens roll. Först diskuteras förhållningssätt till vatten i urbana landskap och hur man kan hantera det för att undvika översvämningsproblematik. Därefter beskrivs exempel där man har tagit tillvara på vattnets kvaliteter och framhållt vattnets dynamiska krafter. Exempelen är till

inspiration för hur man kan arbeta med översvämningsproblematik och/eller fluktuerande vattennivåer. Varje exempel summeras med en reflektion över vilka designprinciper projektet innehåller för att uttrycka möjligheter att arbeta vidare med.

Till sist sammanställs metoder som man kan använda när man arbetar med översvämningsproblematik. Metoderna har identifierats genom studier som hanterar vatten och som beskrivits i Del 2 samt genom exempel och litteratur som hanterar vattnets dynamik och som är beskrivet i denna del.

## Del 4. Arbetsområdet

I denna del resoneras kring val av arbetsområde. Arbetsområdet presenteras därefter genom kartor, fotografier och text. Topografi och en simulering över hur olika vattenstånd drabbar arbetsområdet visas genom 3D-modeller. Kapitlet ligger till grund för gestaltningsförslaget.

## Del 5. Gestaltningsförslaget

Utgångspunkt för gestaltningen är att vatten är ett dynamiskt material som påverkar och påverkas mycket starkt av sitt sammanhang och krafter runtomkring.

Först resoneras kring vilka metoder som är möjliga att använda vid gestaltningen. Metoderna testas sedan i nästa fas som är arbetsprocessen fram till gestaltningen. Arbetsprocessen visas genom skisser och beskrivande texter. De exempel som tidigare studerats har varit till inspiration och fört denna process framåt.

Därefter visas själva förslaget. Platserna som skapats visas vid olika vattenstånd för att förmedla det dynamiska i gestaltningen och hur miljöerna förändras vid olika vattennivåer.

## Del 6. Avslutning

I den avslutande delen förs en slutsats som redogör för på vilka sätt som gestaltningsförslaget svarar på uppsatsens mål. Därefter görs en reflektion över arbetet och ämnen som berörs i uppsatsen, arbetsgången och tillvägagångssätt med mera. Även andra tankar som utvecklats under arbetets gång nämns.

### Att notera

Alla fotografier, kartor och illustrationer är författarens egna om inget annat anges. Figurförteckning finns i del 6.

## ORDFÖRKLARINGAR

### AVRINNINGSBILDNING

Den omvandling som sker av vattenflödet från regn och snösmältning till vattenflödet i vattendrag inom ett visst område. (Nationalencyklopedin, 2012a)

### AVRINNING SOMRÅDE

Hela det område som kan bidra med flödet i ett vattendrag eller punkt i ett vattendrag. Varje avrinningsområde avgränsas av en vattendelare. Allt vatten inom vattendelare hamnar så småningom i vattendraget medan vatten utanför vattendelaren hamnar i ett annat vattendrag. Man skiljer på yt- och grundvattendelare men i Sverige sammanfaller dessa relativt väl så man normalt sett inte behöver ta hänsyn till skillnaden mellan dem. (Grip, H. & Rodhe, A., 1985)

### DAGVATTEN

Regn- och smältvatten från exempelvis tak och gator. (Nationalencyklopedin, 2012a)

### DAMM

Byggnadsverk som dämmer upp vattennivån i ett vattendrag eller en sjö över den naturliga nivån. En damm kan helt eller delvis spärra av vattnets naturliga flöde. Syftet kan exempelvis vara att begränsa översvämningar nedströms i ett vattendrag. (Nationalencyklopedin, 2012a)

### DÄMMA

Hindra vattenflödet med hjälp av en fördämning. (Nationalencyklopedin, 2012a)

### EKOLOGI

Läran om hur organismer (djur och växter) lever och fungerar i sina livsmiljöer. (Nationalencyklopedin, 2012b)

### EROSION

De naturliga processer som gör att jordmaterial lösgörs och transporteras

nedströms vattendrag och efterhand avsätts som bottensediment. Erosion och sedimentation är ständigt pågående förändringsprocesser i landskapet. (Andersson, M. et al., 2008)

### FLUKTUERA

Ständigt stigande och fallande på en skala. (Nationalencyklopedin, 2012b) Här används ordet i samband med vattennivåer.

### FÖRDRÖJNINGSMAGASIN

Syftet med ett fördröjningsmagasin är att fördröja regnvatten så att mindre vatten per tidsenhet når recipienten. Fördröjningsmagasin kan se ut på olika sätt. De kan vara av hårdgjorda byggda material eller av biologisk karaktär, vilket medför fördelar som rening av vattnet. (Expo-net, odat.)

### FÖRDÄMNING

Dammbyggnad som dämmer upp vattennivån i vattendrag eller sjö. (Nationalencyklopedin, 2012a)

### EKOLOGISK HÅLLBARHET

Att organismer inte utsätts för mer än de tål. (Nationalencyklopedin, 2012b)

### HÄVD

Skötsel av fodermark, framförallt slåtterängar, som var vanliga förr. (Nationalencyklopedin, 2012a)

### INFILTRATIONSKAPACITET

Markens förmåga att suga upp vatten. (Grip, H.& Rodhe, A., 1985)

### KLIMATFÖRÄNDRING

FN:s klimatpanel IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) förklarar begreppet som en förändring i klimatets tillstånd som kan bli identifierad exempelvis genom statistiska tester. Det syftar på en förändring som fortlöper över en längre tid, vanligtvis årtionden eller längre och som kan bero på naturliga variationer i klimatet eller vara resultat av mänskliga aktiviteter. (Barker, T., 2007)

### KULVERT

En täckt underjordisk kanal som ger plats åt ledningar för vatten, fjärrvärme, gas och el. (Nationalencyklopedin, 2012a)

### HYDROLOGI

Läran om vatten på jordens landområden, med andra ord dess förekomst, fördelning, egenskaper och kretslopp. Läran omfattar vattnets cirkulation mellan hav, atmosfär och landområden. (SMHI, odat.)

### UTSTRÖMNING SOMRÅDE

Område, i första hand låglänta delar i terrängen, där det sker ett utflöde av vatten ur grundvattenzonen. (Nationalencyklopedin, 2012a)

### YTVATTENDRAG OCH DRÄNERINGSSYSTEM

Ytvattendrag är de vattenfåror som awattnar ett avrinningsområde och bygger upp det så kallade dräneringssystemet. (Nationalencyklopedin, 2012a)

### ÅTERKOMSTTID

Mått på förekomstfrekvensen av extrema naturliga händelser. Exempelvis innebär begreppet ”hundraårsregn” att återkomsttiden är 100 år. En viss nederbördsmängd har då i genomsnitt fallit under en given tidsrymd vid ett tillfälle per hundra år. Risken att ett hundraårsregn ska infalla ett givet år är 1 %. Återkomsttider beräknas med statistiska metoder genom kontinuerliga mätningar. (Nationalencyklopedin, 2012b)

### ÖVERSILNING

Situationer då yt- eller grundvatten rinner ut över mark. Detta kan ske naturligt eller genom ytbevattning. Ytbevattning av ängsmark tillämpades på 1800-talet för att öka höstkörden. Man ledde då ut vatten via diken högt upp på ängen. Vattnet fick sedan flöda över ängen och så kallade silängar skapades. (Nationalencyklopedin, 2012a)



# RISEBERGABÄCKEN

---

INTRODUKTION

## INTRODUKTION AV RISEBERGABÄCKEN

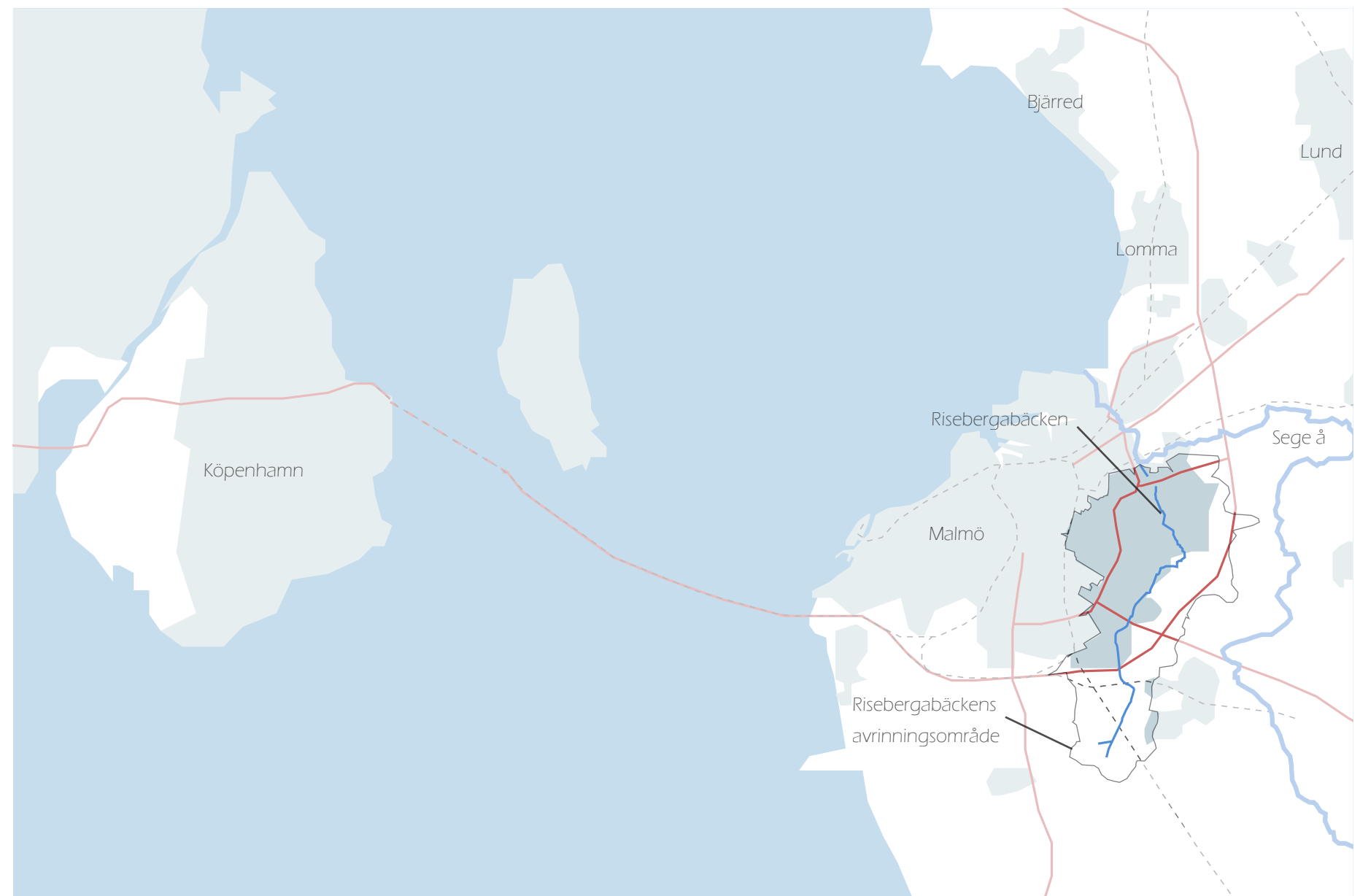
### Lokalisering i Malmö

Risebergabäcken är ett förhållandevis litet vattendrag. Den har sitt källflöde sydöst om Malmö, mellan Tygelsjö och Kävlinge. I norr sammanflödar bäcken med Sege å för att sedan mynna ut i Öresund. (Sternier, E. et al., 1996) Historiskt sett hade Risebergabäcken ett slingrande lopp och omgavs av våtmarker. Något som starkt har påverkat vattendrag i Malmö, inklusive Risebergabäcken, de senaste 150 åren är jordbrukets rationaliseringar samt utbyggnad av vägnät och bebyggelse. Åar och bäckar har rätats ut, dammar har fyllts igen, våtmarker har dikats ut och många mindre vattendrag har blivit kulverterade. (Malmö stad, odat.)

Risebergabäcken är det enda vattendrag i östra Malmö som idag tar emot dagvatten och bäcken är starkt överbelastad. (IVL Svenska Miljöinstitutet, 2011) Dess avrinningsområde är cirka 3700 ha stort. (Milotti, S., pers. medd., 2011-2012) Utöver bebyggelsen i östra Malmö samlar Risebergabäcken upp ytavrinnande vatten från stora åkerarealer söder om Yttre Ringvägen. (Malmö stad, AVD.ch.gruppen, 2006) Dagvatten från hårdgjorda ytor avleds via ledningar och diken till bäcken. (Sternier, E. et al., 1996)

### Överbelastningar

Risebergabäcken är ett dikningsföretag och ingår på grund av det inte som en del i kommunens dagvattensystem. (Malmö stad, AVD.ch.gruppen, 2006) Att det är ett dikningsföretag innebär att man måste följa de restriktioner som finns för dikningsföretag i miljöbalken och i Vattenlagen. Inga åtgärder får med andra ord göras i bäcken utan medgivande från dikningsföretaget. Den maximalt tillåtna belastningen på Risebergabäcken uppgår enligt förättningen till 1,5 l/s



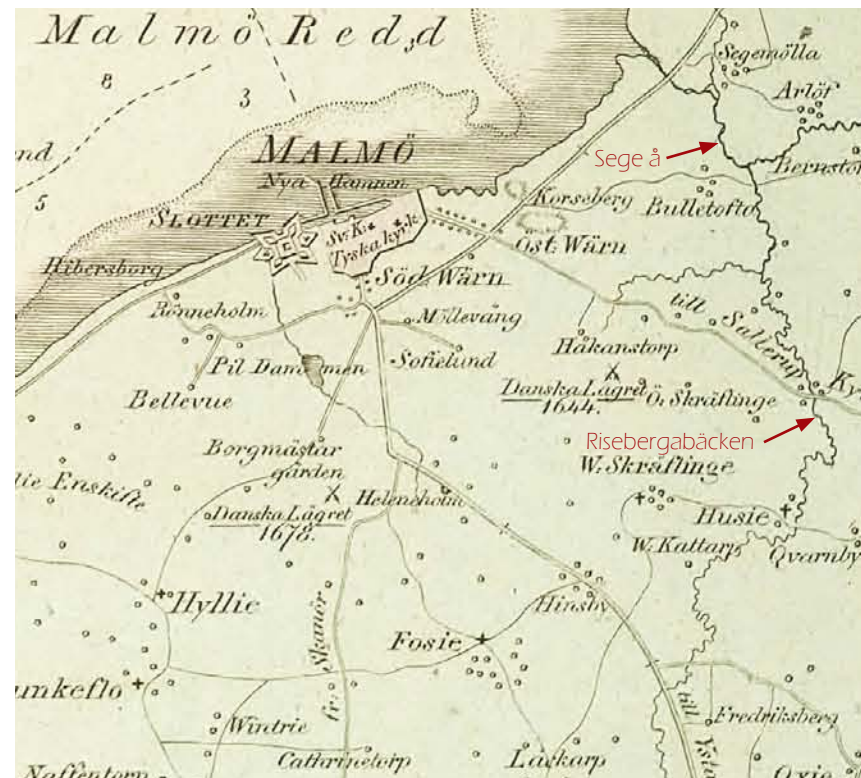
På kartan visas Risebergabäcken och dess avrinningsområde.

ha. (Brönmark, T. et al., 2003) Flödesbelastning för 2006 i nedströms del av Risebergabäcken var hela 9-15 l/s ha. Det innebär en belastning 6-10 gånger så stor som tillåtet. Överbelastningen av Risebergabäcken har idag gått så långt att det inte finns någon enkel lösning på problemet utan det krävs, enligt Malmö stad, kraftfulla insatser. De problem som följt av denna överbelastning är erosion och marköversvämningar. (Malmö stad, AVD.ch.gruppen, 2006)

## Vatten i Malmö

Malmö präglas av sitt kustnära läge i Öresundsregionen. Det finns inga naturliga sjöar i egentlig mening i Malmö. De större vatten som finns är Husie mosse, Klagshamn före detta kalkbrott och Pildammarna. Husie mosse skapades 1997 i ett låglänt område som tidigare varit sjö och är cirka 5 ha stort. Det fungerar enligt Mattsson, A. (pers. medd., 2011) som ett fördröjningsmagasin till Risebergabäcken. Det finns ett relativt stort antal småvatten i de östra delarna av Malmö. Sege å är det enda förhållandevis stora vattendrag som berör Malmö. Dess avrinningsområde ligger emellertid i huvudsak i andra kommuner. (Malmö stad, odat.)

*Denna introduktion av Risebergabäcken tar upp en del av den problematik som genomsyrar vattendraget. Samtidigt som bäcken är mycket försummad, är det ett mycket viktigt vattendrag i en stad där det finns få ytor med naturligt vatten. Genom att förstå hur ett vattendrag fungerar naturligt och hur det påverkas av sin placering i en urban miljö kan man också på ett konstruktivt sätt förändra hantering och utformning av det. Längre fram i uppsatsen beskrivs Risebergabäcken och val av arbetsområde närmare. Härnäst hanteras frågor relaterade till vatten.*



Figur 1. På kartan från 1816 kan man se hur Risebergabäcken förr meandrade genom landskapet. Det är stor skillnad från situationen idag.

Fotografierna visar hur bäcken blivit misskött och åsidosatt för att ge plats åt mänskliga verksamheter. Övre bild visar erosionsskador utmed bäcken vid Valdemarksro koloniområde. Bilden nedan visar hur Risebergabäcken är utträtad och undangömd av staket och vegetation på en längre sträcka i närheten av Sallerupsvägen.



Risebergabäcken, 2011



Risebergabäcken, 2011

# VATTEN

I SAMSPEL MED LANDSKAP OCH KLIMAT

DEL 2



# VATTENDRAG & HYDROLOGI

## Vatten i olika former

### Ytavrinning

Ett vattendrag får sitt vatten bland annat genom ytavrinning till bäcken. Ytavrinning uppkommer när mer regn- och smältvatten tillförs markytan än vad som kan tränga in i marken. Vatten samlas först i fördjupningar för att sedan rinna av i tillfälliga rännilar som slås samman och slutligen når bäcksystemet. Markens infiltrationskapacitet är avgörande för hur mycket vatten som slutligen når vattendraget. Vatten som genom ytavrinning når vattendraget har varit i avrinningsområdet i några timmar eller dagar. Det har inte utsatts för de kemiska processer som finns i marken och en stor del av de föroreningar som tillförs med nederbörden når vattendraget direkt. Stora mättade utströmningsområden innebär att en stor del av nederbörden når vattendraget utan att passera marken. Detta fenomen kallas mättad ytavrinning. (Grip, H. & Rodhe, A., 1985)

### Grundvatten

I vattendrag finns utöver vatten från ytavrinning grundvatten, även kallat basflöde. (Grip, H. & Rodhe, A., 1985) Grundvatten bildas genom infiltration av ytvatten. (Formas, 2010) I Sverige är infiltrationskapaciteten i mark i regel så pass stor att nederbördsvatten kan infiltrera i jorden. Vattendrag tillförs på så sätt det mesta av sitt vatten genom utströmning av grundvatten. (Nationalencyklopedin, 2012) Grundvatten återförs till markytan dels genom växtligheten, dels till ytvattendrag. Genom växternas transpiration och avdunstning från mark, floder, sjöar och hav tillförs vattnet atmosfären och kommer tillbaka till jordytan igen i form av nederbörd. (Formas, 2010) Omkring 97 % av allt vatten på jorden är saltvatten. Grundvattnet utgör bara en mindre del av vattnet på jorden. Endast drygt 1/5 av allt sötvatten är grundvatten. (Malmö stad, odat.) En liten höjning av grundvattennivån kan ge stor ökning av grundvattenflödet.

I det svenska moränlandskapet följer grundvattenytan i stora drag markytan. Djupet till grundvattenytan är på sin höjd några meter. I sluttningar är avståndet mindre för att i kärr och bäckar sammanfalla eller ligga över markytan. Ytor där grundvatten strömmar in i grundvattenzonen kallas inströmningsområden medan ytor där grundvatten strömmar ut ur grundvattenzonen kallas utströmningsområden. Kärr och bäckar är exempel på utströmningsområden. (Grip, H. & Rodhe, A., 1985)

### Vatten i mark

Vatten i mark delas upp i olika zoner. Grundvattenzonen är mättad på vatten medan zonen ovanför är omättad och kallas markvattenzon. I grundvattenzonen är porerna helt fyllda med vatten medan porerna i markvattenzonen består av både vatten och luft. Rotzonen är den del i marken där växter kan ta upp sitt vatten och här avgörs hur mycket vatten som efter växternas upptag tillförs grundvattnet.

Markvatten och grundvattnets strömning drivs av gravitations- och tryckkrafter, vilka balanseras av friktionskrafter som uppkommer vid strömningen. (Grip, H. & Rodhe, A., 1985)

## Vattnets bindning & beteende i mark

Vatten binds i jord genom adsorption och ytspänning. Dessa krafter bidrar också till vattnets kapillära stigning. Adsorptionen innebär att dipolära vattenmolekylerna genom elektrostatiske krafter binds till jordpartiklars laddade ytor. Ytspänningen beror på att vattenmolekyler attraheras i alla riktningar till angränsande vattenmolekyler, mer än vattenmolekylerna attraheras till luftens molekyler. Genom ytspänningen hålls vattenytan ihop och ger en vattendroppe dess rundade form. Ju mer finkorning en jord är, desto större är partikelytan per volymenhet jord. Det adsorptivt bundna vattnet är därför mer för en finkorning

jord än för en grusyta. En finkornig jord har på så sätt lättare att hålla kvar sitt vatten än en grusyta.

Genom bland annat ett samspel mellan vatten, luft och en kontaktyta däremellan så uppstår bindningstryck. I grundvattenzonen finns inte denna kontaktyta och därmed inte heller några kapillärkrafter. Vattnet i grundvattenzonen är därmed inte kapillärt bundet i porerna.

Hur vatten beter sig i mark har också att göra med skillnader i tryck. Grundvattenytans tryck är lika med atmosfärens och kan sättas till 0. Grundvattenzonens tryck är då positivt och markvattenzonens negativt. Negativt tryck kallas ibland för undertryck. För att exempelvis en por ska tömmas på vatten måste undertrycket vara större än bindningstrycket.

Fältkapacitet är den vattenhalt marken förmår hålla kvar mot gravitationen. Vid regn kan vattenhalten överskrida fältkapaciteten. Vattnet dräneras då och vattenhalten blir därefter lika med fältkapaciteten. Fältkapaciteten beror på djupet till grundvattenytan. Ju djupare grundvattnet ligger desto mer vatten dräneras. (Grip, H. & Rodhe, A., 1985)

## Infiltration

Vattens oförmåga att infiltrera i mark kan vara att grundvattnet är högt, att marken är packad genom att den har belastats av fordon eller att den har blivit upptrampad. Marken kan bestå av bergshällar som till viss del hindrar infiltration samt asfalt och andra hårdgjorda ytor som genom människans ingrepp hindrar infiltration. (Grip, H. & Rodhe, A., 1985)

## Flodbäddsubstrat

Substrat inkluderar både organiska och oorganiska partiklar. Större partiklar som grus och småsten finner man oftare vid starkare strömmar och mindre partiklar som sand, silt och lera vid lugnare vatten. Generellt kan sägas att flodbäddens

stabilitet minskar då partikelstorleken minskar.

I de mest artrika miljöerna finner man ofta komplexa substrat av sten, grus och sand. Grövre mineralsubstrat kan erbjuda skydd genom sprickor och oregelbundet formade stenar. Fiskar kan exempelvis behöva skydd mot snabba strömmar, skydd mot rovdjur samt ytor för att placera ut sina ägg. Fiskarnas ägg är beroende av cirkulerande av vatten genom gruset för att detta tillgodoser äggens behov av syre och för bort slaggprodukter. Vattendrag i låglänta landskap med ostabila flodbäddar tenderar att ha lägre diversitet av akvatiska djur. Däremot kan akvatiska växter föredra finare substrat.

Ett vattendrags sammansättning av substrat kan ändras av tillströmning av sediment längre upp i vattendraget genom erosion och kanalförändringar. Stor slamavsättning av grus och kullersten kan orsaka kvävning av fiskägg och akvatiska insektslarver och kan påverka växttätheten, vilket i sin tur kan förändra populationer av snäckor, skaldjur och fiskar. (Gordon, N. et al., 1992)

## Naturlig vattenrening

Vatten renas i naturen genom sedimentation, denitrifikation och upptag i växter. Sedimentation innebär att partiklar och döda växtdelar sjunker ner och lägger sig på botten vilket gör vattnet mindre grumligt och näringsrikt. En del näring frigörs dock igen vid nedbrytningen. Sedimentation ökar vid minskad vattenhastighet. I sjöar och dammar där vattenhastigheten är låg kan sedimentationen stå för cirka 90 % av kväveminskningen. Sedimentation bidrar också till stor reduktion av fosfor som till stor del är bundet i partiklar.

Denitrifikation innebär att mikroorganismer i syrefattiga miljöer omvandlar nitrat och andra kväveföreningar till kvävgas som sedan avgår till luft.

En betydande mängd näring kan också tas också upp av vegetation. När växterna bryts ner frigörs dock näringen till vattnet igen. Sett över året är näringsupptaget i växtligheten därför i regel försumbart. I våtmarker kan man

emellertid slå vegetationen och på så sätt föra bort kväve. (Gustavsson, R. & Ingelög, T., 1994)

## Vattnets rörelse & egenskaper

### Tryck

I vatten råder ett visst tryck som ökar med djupet. Objekt i vatten kan ha positiv, neutral eller negativ flytförmåga. Människor kan ses som neutrala då vi med luft i lungorna flyter och utan luft sjunker. På liknande sätt reglerar fiskar och insekter sin flytförmåga i vattnet. (Gordon, N. et al., 1992)

### Vattnets hastighet & rörelse

Syre och koldioxid är bättre införlivat i rinnande vatten och växter kan då lättare ta till sig näring eftersom det tillförs växter kontinuerligt. (Dunnett, N. & Hitchmough, J., 2004) Upplöst syre är dessutom livsnödvändigt för andning av akvatiska djur samtidigt som det är en viktig komponent i kretsloppet av organiskt material inom ett vattendrag. Syrebrist kan uppstå i stagnerat vatten vid vattendragets kanter eller när vattendraget är täckt av is eller mattor av vattenväxter. Vissa arter har ett inneboende krav för hög vattenhastighet bland annat för att få just ständigt påfyllnad av näring och syre och för att föra bort slaggprodukter. (Gordon, N. et al., 1992)

Laminär strömning är då vatten rör sig i parallella skikt. Det förekommer exempelvis vid grundvattenströmning i finkorning jord. Turbulent strömning är då vatten rör sig i en oregelbunden och virvlande rörelse med hög hastighet. (Andersson, M. et al., 2008) Ett turbulent vatten är viktigt för vattnets syresättning och för vattendragets möjlighet att bära sediment. Nära flodbädden rör små turbulenta virvelvindar om substratet och för upp födoämnen till djur utmed slänterna.

Vattnets rörelse påverkas på olika sätt av objekt i vattendraget. I de punkter

där vattnet träffar ett objekt samt direkt bakom det saktar vattnets flöde ner till 0. Området kallas här dödvatten och är en plats där fiskar gärna skyddar sig från snabba flöden. Efter dödvattnet är vattnet mycket turbulent och intensivt. Flödet ser olika ut beroende på objektets form. (Gordon, N. et al., 1992)

## Vattendragets fysiska form

### Flodbäddens djup

En flodbädds djup har stor betydelse för det akvatiska livet i vattendraget. Generellt sätt så lever större fiskar på djupare vatten i dammar medan mindre fiskar föredrar mer ytliga vatten. För landlevande djur har djup och bredd betydelse för om de kan röra sig genom vattendraget från en sida till den andra. För ytligt vatten kan bli en begränsande faktor för livet i vattnet om det innebär att vattnet är för grunt för att passera. (Gordon, N. et al., 1992) Ett litet djup kan också leda till igenväxning av vattendraget.

Vattnets djup har betydelse för syresättningen. Ett litet djup förhindrar att vattnet skiktas och genom vindpåverkan kan vattenrörelser föra ner syre till botten. På ett större djup finns större risk att syrebrist uppstår. (Lindqvist, M. et al., 1998)

### Vägen genom landskapet

Vattendrag följer en viss riktning i landskapet, påverkat av gravitation men det följer också mer oförutsägbara vägar. (Gordon, N. et al., 1992) Vattendragets form är också beroende av exempelvis topografi och bottenmaterialets kornstorlek. (Andersson, M. et al., 2008) På högländ följer vattendraget ofta dalgångarna medan vattendraget nedströms ofta samlar på sig uppslammat material och formar vida kullar som inte nödvändigtvis följer landskapets form. (Gordon, N. et al., 1992)



## Meandring

Meandrande former (se illustration nästa sida) förekommer både i stora och små vattendrag och består ofta av finare material som sand och eventuellt grus. De förekommer där flödesriktningens lutning är låg och framträder oftast tydligast i flacka områden. Ett meandrande vattendrag förändras ständigt. Vattendraget eroderar vanligtvis i slänternas ytterkurvor och deponerar material i och efter innerkurvan. Strömmarna påverkas av centrifugalkraften. En förskjutning av strömriktningen sker mot den yttre slänten i samtliga svängar. Det är framförallt allt ytvattnet som påverkar eftersom vattnets hastighet är högre där. Samtidigt förflyttas vattenmassorna nedströms och en spiralrörelse uppstår. Vid den inåtbuktande slänten eroderar material som förs ut mot mitten av vattendraget där en del sedimenterar och en annan del förs ut med strömmarna in mot slänten och deponeras på samma sida längre nedströms. (Andersson, M. et al., 2008)

Något som ofta uppstår i meandrande vattendrag är så kallade pool- och rifflessekvenser (se illustration nästa sida). Riffles består av grovt material och ytligt, snabbt rinnande vatten. De består oftast av material i storlek mellan en halv centimeter till några decimeter. Pools befinner sig i meandringens krökar, där vattnets hastighet naturligt saktas ner medan riffles inträffar som tvärsnitt över sträckorna mellan krökarna. Riffles tenderar att innehålla mycket ryggradslösa djur och är på så sätt viktiga matproducerande områden för fiskar. Unga och små fiskar tenderar också att habitiera dem. Djupare pools innehåller större fiskar och vid låga flöden är dessa viktiga för överlevnaden av akvatiska organismer. Strukturerna är relativt stabila. (Gordon, N. et al., 1992) Ett vattendrag bör bestå omväxlande av dessa sekvenser. I riffles luftas det turbulenta vattnet och vattnet syresätts. (Billqvist, S., pers. medd., 2011-2012)

## Flätade vattendrag

En annan typ av vattendrag är så kallade flätade (braided) vattendrag som oftast uppstår i markområden med stor lutning, exempelvis nedanför glaciärer och inlandsisar. De består av flera förgrenade flodfåror som ofta förändras på grund av att material avsätts i bankar och gör att vattenfåran delar sig. Smältvattnets flöde som tillgodoser vattendragen med vatten varierar kraftigt under året. Vid höga vattenflöden genomskärs bankarna igen och omgivningen översvämmas. (Andersson, M. et al., 2008)

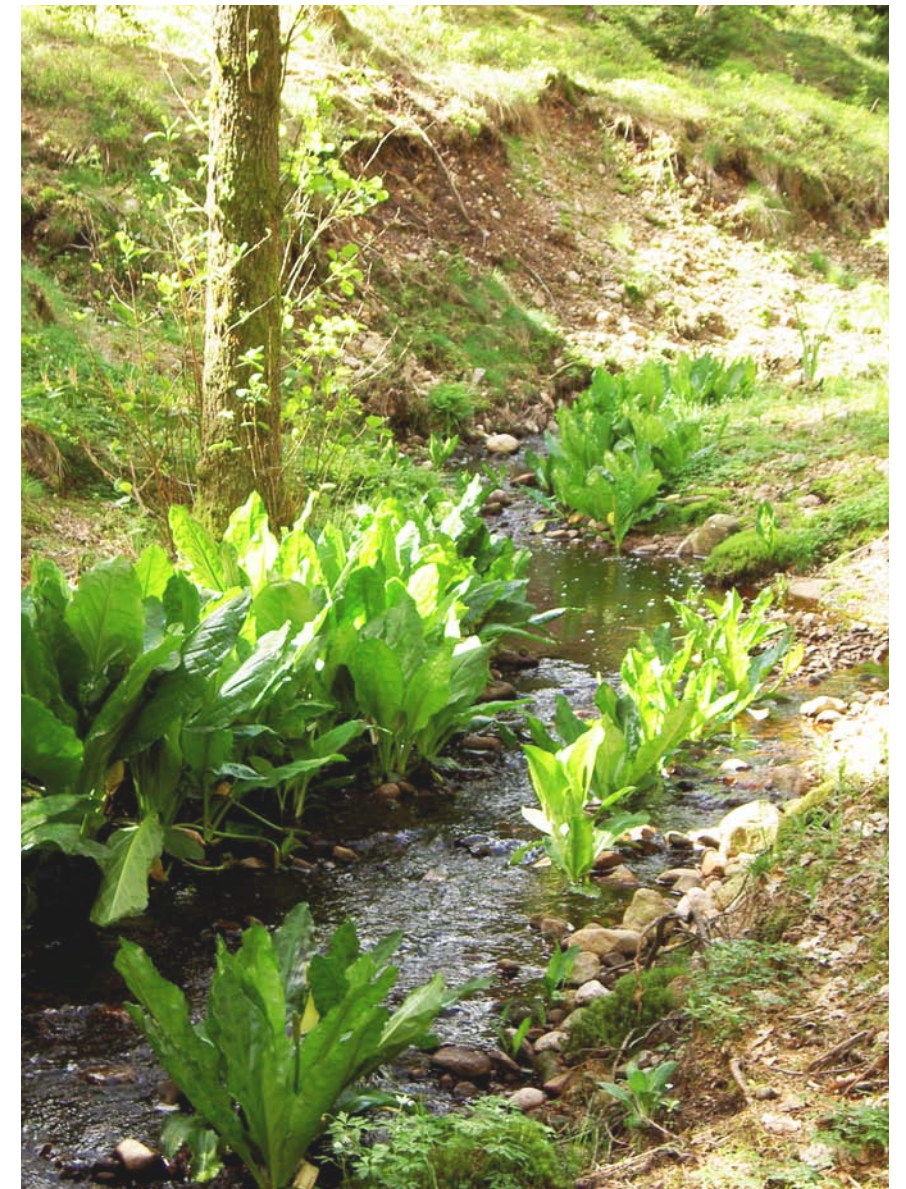
## Deltaområde

Den slutliga avsättningen för vattentransporterat material sker i så kallade deltaområden där vattenhastigheten avtagit, som i hav eller sjöar. Deltaområden kännetecknas ofta av mer eller mindre tydliga mynningsarmar kring öar och sandbankar uppbyggda av tidigare deponerat material. (Andersson, M. et al., 2008)

## Erosion & skred

Det finns alltid risk för erosion och skred utmed ett vattendrag. Risken varierar naturligt beroende på bland annat grundvattnets nivåer. När grundvattenytan stiger ökar vattentrycket och jordens hållfasthet minskar. Nivåerna på grundvattnet varierar med årstiderna och i olika delar av landet. I dagsläget finns normalt de högsta grundvattennivåerna på höstarna i södra Sverige. (Formas, 2010) Markens hållfasthet och stabilitet kan också försämrats vid snabba kortvariga förändringar som intensiva regn och växlande vattennivåer

En meandrande bäck vid Vargaslätt. Det grova stensubstratet skapar turbulent och syrerikt vatten med förutsättningar för ett rikt akvatiskt liv.



Vargaslätt, 2007

eller allmänt höga vattenstånd. (Holgersson, B. et al., 2007) Markens lutning och släntens höjd påverkar också risken för erosion och skred. En kraftig lutning och hög slänt ökar risken på grund av att jorden helt enkelt inte förmår att hålla emot vattenflödet. Ett exempel på det är raset i Tuve 1977. (Formas, 2010) En hållbar slänt överskrider inte en lutning på 1:2 (Zimmermann, A., 2008). Genom en lutning på 1:4 eller lägre möjliggör man en långsam ytavrinning vilket bidrar till en viss infiltration i mark vilket är bra (Gustavsson, R. & Ingelög, T., 1994).

Suspenderat material kan orsaka grumlighet, minskat ljusgenomsläpp, minskat innehåll av löst syre, igensättning av fiskars gälar, begravning av fiskrom och bottenlevande organismer, samt minskade lagringsvolym. Kväve och fosfor är viktiga växnäringsämnen men bör inte vara av högre koncentration i vattnet. Vid nedbrytning av stora mängder organiskt material kan anaerobiska (syrefria) förhållanden skapas med luktproblem som följd. (Lindqvist, M. et al., 1998)

## Vattenmagasin

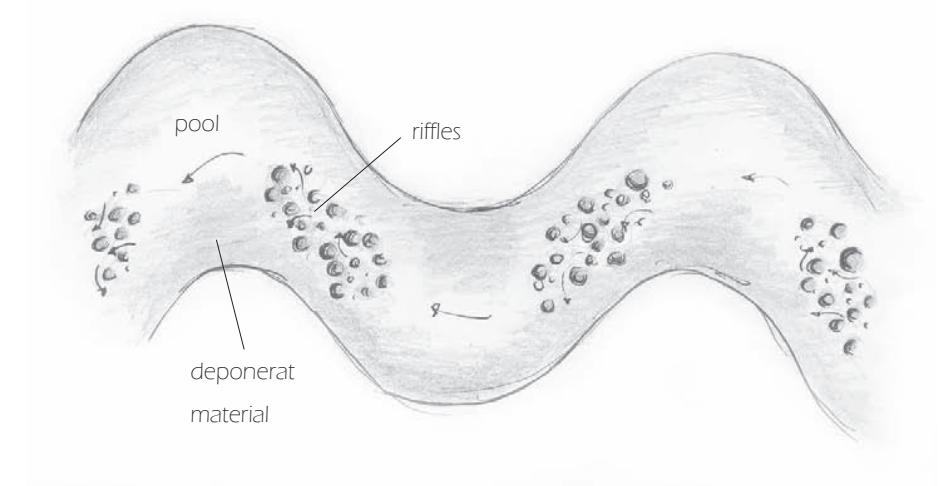
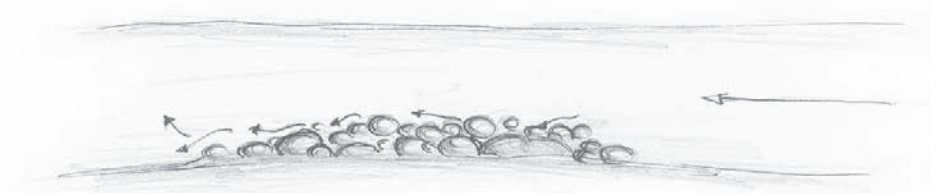
Vatten lagras på olika sätt i landskapet. I stora delar av Sverige lagras snö stora mängder vatten vilket har avgörande betydelse för den årliga vattenomsättningen. Ett annat sätt som landskapet lagrar vatten på är genom interception. Det innebär att trädens blad och grenar tar upp en del av nederbörden. Grundvattenmagasin i landskap kan också förvara stora mängder vatten. Dess storlek bestäms av porvolymens andel av den totala volymen (30-60 %) och djupet ned till berggrunden. Ytvattenmagasin är vatten i sjöar, pölar och vattendrag med mera som oftast bildas i lågt belägna delar i landskapet och ökar vid snösmältning och kraftiga regn. (Grip, H. & Rodhe, A., 1985)

## Årstidsvariationer

På de flesta håll i Sverige är juli och augusti årets nederbördsrikaste tid medan senvinter och vår är den nederbördsfattigaste. Emellertid skiljer sig

vattentillförseln årsförlopp avsevärt från nederbördens. Vattentillförsel innebär både snösmältning och regn. I Götaland faller cirka 20 % av årsnederbörden som snö, vilken smälter lite då och då. Längre norrut där en större del av nederbörden faller i form av snö, smälter snön mer intensivt under några veckor. Stor betydelse för vattenhalten i vattendrag framförallt för Götaland har avdunstningen. Avdunstningen följer lufttemperaturen under året med högst värde sommartid. Under senhöst och vinter är avdunstningen mycket liten. På grund av hög avdunstning inträffar lågvattenflöde i södra och mellersta Sverige vanligtvis i juli trots att detta ofta är den regnräkaste månaden.

Generell sett i Sverige finns det mest vatten i vattendrag på våren efter snösmältningen och efter regn på hösten när växternas vattenupptagning är liten. (Grip, H. & Rodhe, A., 1985)



Övre skiss visar ett snitt av en rifflessekvens. Nedre bild visar ett meandrande vattendrag med pool- och rifflessekvenser sett i plan.



# VEGETATION

## Växters betydelse för vattenmiljön

Vattenväxer är betydligt mer än bara estetiskt tilltalande. De har också stor funktion och är i många fall avgörande för kvaliteten på vattenmiljön. Genom vegetation kan man minska effekten av eroderande krafter mot vattendragets slänter. Överhängande vegetation kan hålla vattendraget kallare på sommaren och varmare på vintern. (Gordon, N. et al., 1992) Vegetation bildar näringsämnen och uppskattas på olika sätt av djur. (Gustavsson, R. & Ingelög, T., 1994) Växter ger näring till vattendraget genom nedfall av förna. Stående döda träd erbjuder håligheter för häckning och skydd för fåglar och däggdjur. Träd som faller ner i vatten erbjuder skydd för fiskar och insekter. Fördämningar av stockar och annat formar dammar och förhindrar sediment från att röra sig längre nedströms. Vegetation utmed vattendragets slänter saktar ner strömmen och uppmuntrar siltavlagring. (Gordon, N. et al., 1992)

## Skugga

Vegetation skapar skugga vilket många djur uppskattar. Detta beror emellertid på art. Vissa organismer föredrar skugga medan andra föredrar sol. Exempelvis växer akvatiska makrofyter och alger framförallt i lugnare vatten utan skugga. (Gordon, N. et al., 1992) Beskuggning minskar risken för igenväxning av vattenmiljöer med höga näringsinnehåll. För hög beskuggning kan däremot vara en nackdel för artrikedom av fuktväxter, groddjur och ryggradslösa djur. En lagom beskuggning ligger på mellan 30-50 %. (Gustavsson, R. & Ingelög, T., 1994) Spräcklig skugga har en kamouflerande effekt av fiskar vilket minskar risken att bli byte för rovdjur. (Gordon, N. et al., 1992)

## Brunifiering

Stor mängd organiskt material i vatten kan leda till så kallad brunifiering, det vill säga skapa ett brunfärgat vatten. Man kan minska brunifieringen på olika

sätt, exempelvis genom att plantera träd med försurande förna. Ett annat sätt är att sakta ner vattenflödet i våtmarker eller att på andra sätt medverka till att organiska ämnen infiltrerar i mark eller sedimenterar. (Carlsson, L., et al., 2009)

## Aggressiva arter

Det finns en viss risk i att plantera utländska växter utmed vattendrag eller vid vattenkroppar som är sammanbundna med vattendrag. Man vet helt enkelt inte hur de reagerar här och skulle rent hypotetiskt kunna sprida sig och ta över miljöer. Utländska växter bör därför endast användas på isolerade platser utan risk för spridning. På samma sätt är det viktigt att använda inhemska växter som är lika konkurrenskraftiga. Även inhemska växter kan ta över och kväva andra växter i miljön. (Dunnett, N. & Hitchmough, J., 2004)

## Växters förutsättningar i vattenmiljöer

Flera faktorer påverkar utvecklingen och växtlighetens karaktär, bland annat näringsinnehåll och pH. Mängden löst näring påverkar produktiviteten av våtmarksväxtligheten och artsammansättningen. Vatten med låga näringsnivåer kallas oligotrofa, mellannivåer mesotrofa och höga nivåer eutrofa. Hypertrofa vatten har extremt höga näringsinnehåll. Ofta kan vatten rena sig självt. Ibland är emellertid inflödet av näring så pass stort att vattnet blir långtida eutrofa eller hypertrofa. Höga näringsnivåer kan bidra till algblooming och aggressiva och konkurrenskraftiga högre växtarter. Det leder i sin tur till låg biodiversitet och ett behov av regelbunden skötsel för att behålla ett öppet vatten.

Vattnets hårdhet är beroende av koncentrationen av upplöst karbonat och andra salter. Ju högre koncentration av dessa salter, desto hårdare vatten. Växter som trivs i hårda vatten är många oönskade alger. Syrerika vatten tenderar att vara mindre hårda.

Vattnets hastighet har betydelse för utvecklingen av växternas karaktär. I

rinnande vatten får inte växtligheten lika stor plats som i stillastående vatten utan har då mer smala former. Samma växt kan alltså se ut på olika sätt beroende på om den växer i stillastående eller rörligt vatten. (Dunnett, N. & Hitchmough, J., 2004)

Vid låg vattennivå tenderar salthalt och temperatur att stiga och växtlighet i vattendraget att öka. Vissa arter är beroende av perioder med torka medan andra upplever det som mycket stressande. Låg vattennivå kan begränsa rörelse i vattnet och öka konkurrens om näring och plats samt öka risken för rovdjursangrepp. (Gordon, N. et al., 1992)

## Vattenväxter

Vattenväxthabitat karaktäriseras av olika djup. (Zimmermann, A., 2008) Det finns tre typer av vattenväxter som man kan urskilja. Det är undervattenväxter, flytbladsväxter och övervattenväxter. Växters förmåga att växa i djupare vatten beror på vattentryck och ljusintensitet. I oligotrofa vatten kan växterna nå djupa bottnar eftersom vattnet där är klarare och ljuset kan nå längre ner.

Undervattenväxter kan se ut på olika sätt. En typ av undervattensväxt lever under vattenytan med rötter rotade i botten. Undervattenväxter utan rotade rötter som flyter i vattnet är en annan typ av undervattenväxt. Det finns även undervattenväxter utan rotade rötter som flyter på ytan.

Flytbladsväxter är växter som är rotade och har blad som flyter på vattenytan. Det finns också flytbladsväxter som har rötter som hänger i vattnet.

Vattenväxter som är rotade i mark under vatten eller i måttad jord och som har växtdelar som reser sig över vattenytan kallas övervattenväxter. Dessa kan variera mellan att växa på översvämmade våtängar och i vatten på flera meters djup. (Dunnett, N. & Hitchmough, J., 2004)

## Våtmarksmiljöer

*Vattendrag omges i sin naturliga miljö ofta av olika typer av våtmarker. Förr var de, precis som meandrande vattendrag, vanliga inslag i naturen (Sternér, E. et al., 1996). Våtmarker kan vara av väldigt skilda karaktär och benämnas på olika sätt beroende på bland annat växtsammansättning och näringsinnehåll. Fördelar med dessa miljöer är att kväverikt och partikelbemängt vatten fångas upp samtidigt som vattnets upphållstid i landskapet förlängs. Enligt Gordon med flera är översvämningar av våtmarker viktiga för att fåglar ska få föda, vila och reproducera sig. Juvenila fiskar kan också vara beroende av flodslätter som svämmas över, vattensamlingar och bakvatten. Översvämningar signalerar för vissa fiskarter om att det är dags att yngla. (Gordon, N. et al., 1992) Utöver fördelar för flora och fauna fungerar alltså våtmarker också som temporära vattenmagasin. Här beskrivs några typer av våtmarker översiktligt.*

### Myrar

Myrar är våtmarker där dött organiskt material ackumuleras och torv bildas. Två typer av myrmiljöer är mossar och kärr. Kärr får sitt vatten från nederbörd och omgivande fastmark, som grundvatten och bäckar, medan mossar får sitt vatten uteslutande från nederbörd. Mossar är tidigare kärr som vuxit på höjden så att kontakten med grundvattnet förlorats. Ett kärr är ett utströmningsområde för grundvatten medan en mosse är ett inströmningsområde. (Grip, H. & Rodhe, A., 1985) En mosse bildas naturligt när torv ackumuleras på en plats. Endast specialiserade växter kan då växa där. (Dunnett, N. & Hitchmough, J., 2004) Kärr bildas när sjöar, vikar och vattendrag växer igen eller när svackor med ytligt grundvatten försumpas. (Grip, H. & Rodhe, A., 1985) De kan också bildas då sumpskogar har blivit hävdade och för att bestå måste de fortsättningsvis hävdas en gång om året eller användas för bete. En näringsrik våtmark utan regelbunden slätter eller hävd kommer så småningom att utveckla buskvegetation med pil, en vassbädd eller höga örtartade växter. Eftersträvar man biologisk mångfald

gynnas det av lågt näringsinnehåll och färre antal hävd- eller slättertillfällen. (Dunnett, N. & Hitchmough, J., 2004)

### Sumpskogar

På mättade, periodvis översvämmade sjökanter växer vass och höga halvgräs naturligt. Intill dessa miljöer växer ofta fuktälskande vedartade växter som al, hägg och pil. Tillsammans bildar de woodland eller sumpskogar. Under trädkronorna växer olika skuggtoleranta växter. (Dunnett, N. & Hitchmough, J., 2004)

### Våtmarksmiljöer av ängskaraktär

Man kan dela in våtmarksvegetation i vass, mad, fuktäng och friskäng. Dessa miljöer är av öppen karaktär och definieras av sina vattentillgångar. Vattentillgången påverkar också vilken typ av växtlighet som utvecklas. Vass har ständig tillgång till vatten medan mader översvämmas frekvent och fuktängar översvämmas i mindre omfattning eller inte alls. Friskängar har relativt god vattentillgång men inte så pass att de översvämmas. (Hammar, M., pers. medd., 2010) Vegetationen kan vara örtrik med inslag av storbladiga och bredbladiga gräs. (Den virtuella floran, 1999)

*Sedan början av 1800-talet har cirka 80-90 % av Sveriges våtmarker försvunnit (Lindqvist, M. et al., 1998). Mer om hur människan förändrat och påverkat vattendrag beskrivs på nästa sida.*

Bilderna visar två typer av våtmarker. Den övre visar ett öppet kärr med ängsull, Eriophorum. Nedre bild visar en sumpskog med al, *Alnus glutinosa*. Alarna har utvecklat tydliga socklar som står som små öar i vattnet.



Pilane, Tjörn, 2011



Figur 2. Sumpskog.



## MÄNSKLIG PÅVERKAN PÅ VATTENDRAG

*Vattendrag har förändrats radikalt de senaste 200 åren. Människor har förändrat dem för att de ska anpassas efter olika markbehov. De har också indirekt påverkats starkt av mänskliga verksamheter i urbana miljöer men också av exempelvis jordbruk. Här beskrivs de huvudsakliga faktorer som människan varit en del i när det gäller förändring av vattendrag, samt de konsekvenser som blivit till följd.*

### Rationaliseringar

Ett mer rationellt jordbruk och utbyggnad av industri- och bostadsområden längs vattendrag förändrade många bäckar under en period i Sverige till raka och djupa diken. Syftet var att skapa snabb avledning av stora mängder dag- och dräneringsvatten till havet eller till större vattendrag. Ofta kulverterades dessa diken efter några år. (Sternier, E., et al., 1996) Rationaliseringar som dessa har lett till att det idag är brist på naturliga vatten- och våtmarksmiljöer. Dränerade åkermarker, rätade vattendrag och dikade våtmarker har också bidragit till erosion, näringsläckage och ett allt snabbare vattenflöde genom landskapet med översvämningsproblematik som konsekvens. Mindre vattendrag har i stor utsträckning blivit berövade dammar, våtmarker och andra naturtyper med naturliga reningsprocesser. Efter att dessa problem uppmärksammats har åtgärdsinriktade vattenvårdplaner upprättats, emellertid är de mindre vattendragen inte lika prioriterade när det gäller dessa frågor. (Ekologgruppen, 1995)

### Erosion & skred

Rationaliseringarna har som tidigare nämnts inneburit ökad risk för erosion och skred i vattendrag. Detta på grund av att vattendrag har blivit uträtade, dess slänter har blivit brantare och att vattenflödets hastighet på så sätt har ökat. Erosion och skred kan dels vara farligt för omkringliggande verksamheter samt

verka negativt på vattenkvaliteten genom att mindre partiklar löses upp i vattnet. (Ekologgruppen, 1995)

### Övergödningsproblematik

Som del i rationaliseringarna har bevattning av slätterängar och betesmarker förändrats kraftigt sedan sekelskiftet. Förr användes översilning som gödselmetod. Idag sker bevattning i kontrollerade former genom kanalsystem och pumpar. Istället för naturligt gödsel försörjer konstgödsel marker med näring. Övergödningsproblem med höga kväve- och fosforhalter har som följd varit mycket påtagliga i västra och södra Skåne. (Ekologgruppen, 1995)

### Stadslandskapet

Förr i tiden valde man att bygga på högt belägna terrängpartier, på morän- och bergkullar eller rullstensåsar som höjer sig över den omgivande lerslätten. Så sent som i början av 1900- talet undvek man att föra ner källarna under grundvattenytan. Idag är den höga byggnadsmarken ofta upptagen och man tvingas till att bygga på även lågt liggande sand- och lermark. Schakter av jord och berg för exempelvis stora byggen, långa tunnlar eller vatten och avlopp utsätter mark för stort grundvattentryck och gör att man rubbar en jämvikt som har byggts upp under årtusenden. (Knutsson, S. & Morfeldt C-O., 1973)

Elmqvist påstår att europeiska städer sedan mitten av 1950- talet har ökat sin area med 78 % medan invånarantalet endast ökat med 33 %. Världen blir alltmer urban och vi vet dåligt hur dessa nya urbana landskap fungerar. Många städer är sårbara för klimatförändringar eftersom de ligger i områden med hög risk för översvämnning och är känsliga för bland annat havsnivåhöjningar och för extrema värmeböljor. (Formas, 2010)

Hårdgjorda ytor breder ut sig i våra städer. De förhindrar infiltration, skapar snabba avrinningsförlopp med stora volymer och höga toppar, samt orsakar

föroreningsbelastning på recipienterna. För att till viss del återställa balansen i det hydrologiska kretsloppet krävs en ökad infiltration. Under intensiva regnperioder kan koncentrationen av tungmetaller i dagvattnet vara tio gånger högre och koncentrationen av partiklar 45 gånger högre än i det renade spillvattnet. (Niemczynowicz, J., 1999)

Många faktorer som påverkar grundvattnet är orsakade av människan. Grundvattenuttag, dränering och sjösänkning verkar sänkande på grundvattenståndet. Dämning, konstbevattning och konstgjord infiltration ger höjande effekt. Genom tätortsbyggnation förändras hela vattenbalansen och det leder i allmänhet till sänkning av grundvattenståndet och försämring av grundvattnets beskaffenhet. (Knutsson, S. & Morfeldt C-O., 1973)

*Det går att upptäcka, förstå och lära sig av handlingar som skett förr i tiden. Vad som händer i framtiden med vårt klimat och vilka konsekvenser våra handlingar idag får för framtiden är svårare att säga. Nästa kapitel handlar om klimatförändringar och hur de i framtiden kan komma att påverka Risebergabäcken.*

# KLIMATFÖRÄNDRINGAR GLOBALT SETT

*De flesta är överens om att det sker en global uppvärmning som människan är en del i att påskynda. I hur stor utsträckning vi påverkar klimatet råder det däremot delade meningar om. Klimatförändringar är ett omdiskuterat ämne som har skapat åtskilliga rubriker under senare år. Det går inte veta säkert hur klimatet i framtiden kommer att se ut men man kan se till tendenser och göra preliminära prognoser.*

*I följande kapitel ges först en översiktlig beskrivning av naturliga variationer i klimatet globalt sett och hur människan är en del i att orsaka klimatförändringar. Därefter beskrivs konsekvenser av ett förändrat klimat med fokus på Malmö och slutligen Risebergabäcken.*

## Klimatets variationer - historiskt & fram till idag

Enligt Björck & Moberg är de senaste tjugo årens klimat i Stockholmstrakten troligen de varmaste under den senaste femhundraårsperioden. Det allt varmare klimatet kan bäst förklaras som en kombination av faktorer som är många och komplexa. Människans utsläpp av växthusgaser har bidragit men även naturliga faktorer. Genom flera exempel från den geologiska historien vet man att klimatet plötsligt kan börja fungera på ett helt nytt sätt. Varje period i jordens historia är unik med olika grundförutsättningar för klimatets processer. Att föreställa sig hur några graders uppvärmning påverkar vårt klimat kan vara svårt. Rimligtvis skulle det mycket starkt kunna komma att påverka det mänskliga samhället och dess ofta känsliga infrastruktur. Historisk kunskap kan ge en uppfattning om hur stora klimatvariationer som kan ske naturligt samt en förståelse kring de mekanismer som styr klimatets variationer. Vi vet inte exakt hur klimatet kommer att ändras i framtiden. Det som däremot förefaller nästan säkert är att det kommande seklet kommer att bli varmare än det föregående.

För omkring 20 000 år sedan kunde man inte leva i Sverige eftersom landet var täckt av 1-3 kilometer tjock is. När inlandsisarna var som störst var så stora

mängder vatten bundet i isen att havsvattennivåerna var hela 120-140 meter lägre än idag. Den så kallade plattetektoniken har kontinuerligt förändrat jordens utseende. Superkontinenter har skapats och brutits upp igen på olika delar av jordklotet. Exempelvis bildades de 400 miljoner år gamla revkalkstenarna på Gotland i ett tropiskt hav, under en period då nuvarande södra Sverige låg strax söder om ekvatorn.

Temperaturskillnaderna mellan dagens och 1600- talets kallare klimat är delvis ett resultat av människans utsläpp av växthusgaser men det räcker inte som enda förklaring enligt Björck & Moberg. Solaktiviteten var sannolikt svagare under 1600- och 1800- talet. Luft- och havscirkulationens mönster har också varierat och det har påverkat transporten av mild luft från Nordatlanten till Skandinavien. Under 1990- talet hade vi exempelvis stark tillförsel av sådan luft, vilket gav oss milda vintrar.

Olika processer som samtidigt har effekt på klimatet kan förstärka varandra. När inlandsisarna smälte exponerades stora landytor. Dessa började sedan resa sig när isen inte längre tyngde ner berget. Samtidigt steg den globala havsnivån snabbt genom allt smältvatten som tillfördes och tidigare landområden nära kusterna översvämmades. Genom att is- och snötäckta områden blev färre kunde jordytan absorbera mer av den inkommande solinstrålningen. Den minskade värmereflektionen från jordytan ledde i sin tur till en ökad uppvärmningstakt. Samtidigt minskade mängden stoft i atmosfären när vegetationen började binda upp de tidigare exponerade kala jordarna i polaröknarna i norr och mer av solljuset kunde då nå ner till jordens ytan och bidra till att öka temperaturen.

Kullman menar att vi idag lever i en mellanistid, ett kort intervall mellan två istider. Regelbundna växlingar mellan dessa tillstånd har förekommit under drygt 2 miljoner år. Ytterst drivs dessa långsiktiga förändringar av geometrin mellan jordbanan och solen. I grova drag varar istiderna 100 000 år och efterföljs av mellanistider på 10 000-12 000 år. Vår egen mellanistid inleddes för drygt 11 000 år sedan. Det är omöjligt att säga när nästa istid kan tänkas börja. Det

beror på att ingången är svårdefinierad, successiv och geografiskt glidande. För knappt 10 000 år sedan har temperaturen gradvis sjunkit med cirka tre grader fram till 1800- 1900- talet. Den långa klimattrenden har regelbundet överlagrats av korta (100-200 år) distinkta värme- och köldperioder. Det går idag inte säkert att avgöra hur mycket av den globala uppvärmningen på knappt 1° C under de senaste hundra åren som är naturlig och hur mycket som kan hänföras till människans utsläpp av växthusgaser. Enligt Kullman talar det mesta för att merparten av "klimatförbättringen" är en naturlig återgång till det tillstånd som rådde strax före Lilla Istiden (år 1450-1900) och att vi snarare kan vara nära en fortsatt smygande avkylning som på sikt ger en ny istid. (Formas, 2010)

## Mänsklig påverkan

FN:s klimatpanel IPCC noterade i sin rapport år 2007 att elva av de senaste tolv åren återfinns bland de varmaste som uppmätts på jorden sedan 1850- talet. Den globala uppvärmningen de senaste 50 åren har gått nästan dubbelt så fort som under hela det senaste seklet. Klimatpanelen drog slutsatsen att det mesta av denna temperaturökningen mycket sannolikt beror på ökningen av våra utsläpp av växthusgaser. (Formas, 2010)

## Växthuseffekten

Växthuseffekten (se illustration nästa sida) är en grundläggande egenskap hos jordens klimat. Den har alltid funnits och har varierat på grund av klimatsystemets olika naturliga drivkrafter. Vad man kan se idag är en ökning av denna växthuseffekt som är utöver det naturliga och leder till global uppvärmning. Växthuseffekten kan förenklat förklaras på följande sätt: Växthusgaser, framförallt vattenånga och koldioxid men även metangas, lustgas och ozon finns i jordens atmosfär. Gaserna förekommer naturligt i atmosfären men tillkommer även på grund av mänskliga aktiviteter. Dessa gaser och moln låter solinstrålning

passera ner till jordytan samtidigt som de hindrar en del av värmestrålningen att reflekteras ut. Utan växthuseffekten skulle klimatet på jorden vara betydligt kallare men tack vare den kan värme absorberas och temperaturen höjas. Som illustrationen visar stöts en del solinstrålning bort och resten absorberas delvis i atmosfären men mest vid jordytan. Ett stabilt klimat innebär att lika mycket energi som försvinner från jorden fastnar i atmosfären. Kommer mer solinstrålning in än vad som försvinner som värmestrålning stiger temperaturen. Ökar växthusgaserna finns det mer partiklar som håller värmen kvar på jorden vilket leder till ökade temperaturer. (Rummukainen, M., 2005)

## Ökade växthusgaser i atmosfären

Växthusgaser har alltid varierat naturligt på vår jord men skillnaden är att under tidigare varma perioder har temperaturen höjts först och sedan växthusgaserna. I den period vi är i idag började växthusgaserna med att stiga och sedan följde de varma temperaturerna. Koldioxid blir kvar i atmosfären i cirka hundra år, vilket innebär att jorden kommer bli varmare även om utsläpp av växthusgaser upphör. Växthusgaserna i atmosfären har ökat på grund av utsläpp från användning av fossila bränslen och andra mänskliga aktiviteter. Jämfört med den förindustriella tiden för ett par hundra år sedan har koldioxidhalten i atmosfären stigit med drygt 30 % och merparten har skett under de senaste 50 åren. Även atmosfärens förmåga att hålla vattenånga, vilket är en potentiell växthusgas, ökar med temperaturen. Klimatet är ett komplext system och känsligt för påverkan. Eftersom det aldrig inträffat något liknande i historien som vi kunnat lära oss av är det svårt att förutspå hur klimatet påverkas av våra utsläpp av växthusgaser. (Rummukainen, M., 2005)

Enligt Rockström, ledare för Stockholm Environment Institute, har vi under de senaste 10 000 åren haft ett stabilt klimat som möjliggjort civilisationers utveckling på jorden. Under de senaste 100 åren har man kunnat se en snabb temperaturökning på nästan 1 grad. Under samma period har vi skickat

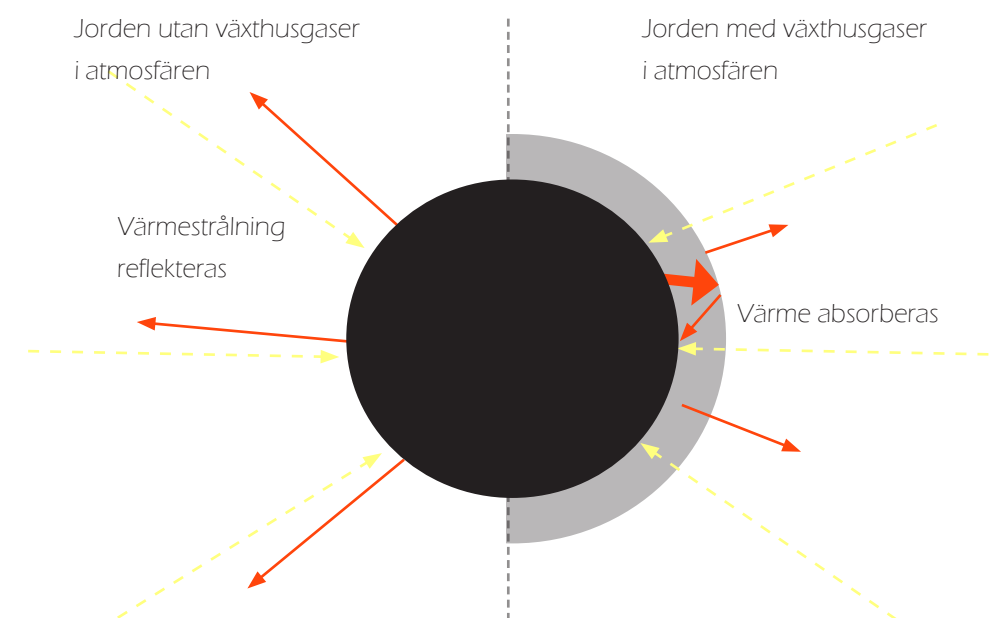
ut växthusgaser som bidragit till en ökning med cirka 2 % av "växthustäcket" och det är något som bidragit till temperaturökningen. Anledningen till den vetenskapliga oron är just att förändringar nu går så oerhört snabbt och det är något vi måste hantera. (Rockström, J., odat.)

## Konsekvenser kopplade till global uppvärmning

### Havsvattennivån höjs

Stora globala konsekvenser av ett uppvärmt klimat är att havsnivån höjs, dels på grund av att isar som ligger på land smälter och dels på grund av havens termiska expansion. Mellan 1993 och 2007 uppskattades den termiska expansionen stå för 57 % av havsnivåhöjningen. (Barker, T., 2007)

Att inlandsisar smälter är ett problematiskt scenario. Arktis smälter idag i allt snabbare takt än IPCC:s slutsats 2007, vilket är ett tecken på hur snabbt förändringarna sker. (Grafton, R. et al., 2011) Modeller visar att om trenden skulle fortsätta i årtusenden skulle Grönlands istäcke helt försvinna och bidra med en havsnivåhöjning på omkring sju meter. (Barker, T., 2007) Rosqvist har gjort mätningar av Kebnekaises högsta topp. Hon konstaterar att Kebnekaise nu mäter under 2100 meter. Det är det lägsta värdet på 1000 år. Kebnekaise har smält hela fyra meter på tre år, vilket är sju gånger mer än genomsnittet sedan man började mäta 1946. (Nordnytt, 2011) Den senaste IPCC rapporten indikerar att 80 % av bergsglaciärerna i världen minskar för närvarande. (Grafton, R. et al., 2011) Enligt Holgersson med flera beräknas däremot Antarktis isar kräva en mycket stor uppvärmning för att orsaka en mer omfattande avsmältning. Antarktis utgör en jättelik ismassa som vilar på den antarktiska kontinenten. Så kallade shelf-isar omger stora delar av kontinenten och bidrar till att hålla inlandsisen på plats. (Holgersson, B. et al., 2007) En dokumentär från 2011 beskriver emellertid att Antarktis redan har påverkats av temperaturhöjningen på knappt 1° C som skett fram till idag. Antarktis är 1,5 gånger större än USA. Om



all is smälter höjs havsnivån med cirka 50 meter. Ett forskarteam konstaterade att enorma stycken is lossnat och man befärar att det är början på en kedjereaktion. Är temperaturen 1° C varmare börjar Antarktisens smälta underifrån, vilket är ett mycket oroväckande scenario. Det finns emellertid en fördröjning som innebär att en nedsmältning kan dröja 100- tals till 1000- tals år. (Vetenskapens värld, 2011)

Osäkerheten kring framtiden är stor men uppenbart är att stora förändringar pågår i vårt klimat. Enligt Holgersson med flera har världshavens nivå under perioden 1961–2003 stigit med knappt åtta centimeter. Under perioden 1993–2003 har stigningen varit ungefär dubbelt så snabb som under de senaste fyrtio åren. (Holgersson, B. et al., 2007) Enligt Dorthe Dahl-Jensen, forskare vid Ice and Climate Institute, ligger havsnivåhöjningen nu på mellan 3 och 3,5 mm per år men förväntas öka. Den nya prognosen av en sammantagen

havsnivåstigning ligger på mellan 0,8-1,6 meter fram till 2100. (Grafton, R. et al., 2011) Vattenståndet längst med Skåne läns kust med 100 års återkomsttid beräknas variera mellan cirka 215 cm och 260 cm kring år 2100. (Persson, G. et al., 2011) I norr kompenserar landhöjningen de stigande våldshaven men i de södra delarna är markhöjningen knappt märkbar. (Malmö stad, 2011a)

## Kustnära områden

Vid vattendrags mynningar kommer stigande havsvattennivåer medföra en dämmande effekt. Om havsnivån generellt hamnar på en högre nivå medför det också att grundvattennivån närmast kustlinjen stiger i motsvarande utsträckning. En förhöjd grundvattennivå mättar områden som kanske inte tidigare varit översvämningsbenägna. Det blir alltså en generell ökad risk för översvämning eftersom marken inte kan ta emot lika mycket vatten som tidigare. Bland annat kan dagvattensystem få problem att avleda regnvatten och dagvattenbrunnar riskerar att översvämmas. (Åkesson, M. et al., 2008) En förhöjd grundvattennivå innebär också ökad risk för översvämningar där tryck och kapillära krafter för upp vatten och kan på så sätt leda till översvämningar på olika håll i staden. (Jagaric, N., pers. medd., 2011)

Något som har stark påverkan på kustnära områden är de variationer av havsvattennivån som sker naturligt och som orsakas av på- och frånlandsvind. Ett exempel på det beskrevs i Sydsvenskan i december 2011. Starka stormvindar hade då omfördelat stora vattenmassor vilket resulterade i att Skanörshamn i sydvästra Skåne hade ett vattenstånd på 1,5 meter under medelvattenståndet medan Viken i nordvästra hade ett vattenstånd på hela 1,6 meter över. (Strömkvist, S. & Törnberg, U., 2011)

## Förändring i nederbörd

Klimatförändringar kommer inte bara orsaka översvämningar vid kustnära områden. De kommer troligtvis också medföra förändring i nederbörd vilket

kan leda till ökade översvämningsrisker på andra håll. Då temperaturen i atmosfären stiger, ökar nämligen dess kapacitet att hålla fukt och forskare antyder att intensiva regn kommer att öka då atmosfärens fukttryck ökar och mer vatten hålls i atmosfären. I torrare klimat är andelen vatten som avdunstar till atmosfären större än i tempererade och fuktiga klimat. Generellt visar klimatmodeller att nederbörden ökar med högre latituder och minskar med lägre. (Grafton, R. et al., 2011) Risken för erosion är extra stor när torka efterföljs av håftiga regn och stor ytvattenavrinning. En annan effekt kopplad till ökad nederbörd är att grundvattennivåerna i jorden då kommer att stiga. Det innebär att vattenföringen i vattendrag ökar och medför ytterligare belastning på vattendrag. (Formas, 2010)

Förändringar kommer också vara årstidsrelaterade. Stigande temperaturer medför kortare och mer instabila vintrar. Nederbörden under vinterhalvåret kommer att öka medan den sommartid kommer bli mindre. Fler vinterregn gör att översvämningar vintertid ökar. Nederbörden förväntas öka mest i norra och västra Sverige. (SMHI, 2006)

## Översvämningsrisker

Effekten av förändringar relaterade till klimatet kommer att styra översvämningsriskerna i framtiden. De kommer att skilja sig åt för olika delar av landet, samt mellan vattendrag och sjöar av olika storlek och förutsättningar. Den så kallade Flödeskommittén har utvecklat en teknik för den översiktliga översvämningskarteringen som kan användas för att skydda stora värden mot de värsta tänkbara översvämningarna. Räddningsverket (nuvarande MSB; *Myndigheten för samhällsskydd och beredskap*) har finansierat utförandet av en översiktlig kartering av riskerna för översvämning för ett stort antal vattendragssträckor. Detta har delvis gjorts av SMHI. Översvämningskartor finns på Räddningsverkets hemsida. (SMHI, 2006) Någon kartering av Risebergabäcken är dock inte gjord. (MSB (Myndigheten för samhällsskydd och

beredskap), 2010)

## Förändrad natur

Ett förändrat klimat kommer innebära förändrad natur och påverka ekosystem, växter och djur. Arter som finns idag riskerar att dö ut eller flytta till andra platser, samtidigt som möjligheter öppnas upp för nya arter att introduceras. (Malmö stad, 2011a)

Vattenkvaliteten i sjöar och vattendrag riskerar att försämrats i ett varmare klimat, exempelvis genom ökad algblooming. (Malmö stad, 2011a) Enligt en artikel i Sydsvenskan har brunheten i svenska sjöar ökat kraftigt. Hansson påstår att de i genomsnitt har blivit dubbelt så bruna de senaste 20 åren. Det humus som orsakar brunheten fungerar som mat för parasiter i vattenledningarna och om det används som dricksvatten kan det göra människor sjuka. Enligt Hansson skulle en temperaturskillnad på tre grader innebära en kännbar skillnad för växter, djur och bakterier som lever i sjön. Troliga konsekvenser av en temperaturökning är att algbloomingen främjas och att bottnar i sjöar och vattendrag kommer få reducerade syrenivåer. (Kalin, K-S., 2011)

En höjning av grundvattennivån kan innebära ökade halter av ämnen som mangan och järn i mark. Den största faran är kanske ändå det saltvatten som kan tänkas tränga in i staden om havsnivån höjs. Havsvatten är mycket skadligt för många växter. (Jagaric, N., pers. medd., 2011)

## Kostnader för samhället

Klimatförändringar kommer få stora ekonomiska konsekvenser. Mellan 2010-2100 uppskattas ökade skadekostnader för översvämning av bebyggelse och kust vara 10-20 miljarder kronor och för kusterosion 20-90 miljarder kronor. (Åkesson, M. et al., 2008)



# KLIMATSCENARIER FÖR MALMÖ

## Studie över översvämningsrisker

Översvämningsriskerna är stora på många håll i Sverige idag. Situationen har förvärrats genom att den fysiska planeringen och utbyggnaden av infrastruktur inte fullt ut har tagit hänsyn till översvämningsriskerna. SMHI bedrev ett projekt mellan 2004 och 2006 vars syfte var att beräkna framtida översvämningsrisker i Sverige. Beräkningarna är baserade på klimatscenarier framtagna av Rossby Centre som är beläget vid SMHI. Scenarierna har i sin tur sin grund i globala klimatscenarier som görs på Hadley Centre i Storbritannien och det tyska Max Planck-institutet för meteorologi i Tyskland.

## Svårt att beräkna klimatförändringar

Klimatscenarierna som har tagits fram i studien ger en antydning om vilka förändringar som kan komma att drabba klimatet relaterade till översvämningsrisker. Som tidigare nämnt är det emellertid mycket svårt att förutspå klimatets beteende i framtiden.

Det finns många källor till osäkerhet på vägen från indata till färdigt resultat och man kan se att det är en skillnad i resultaten från de olika modellerna som använts. Scenarierna visar resultatet av just den specifika kombinationen av indata. Det är samtidigt en osäkerhet i hur stor utsläppsmängden av växthusgaser i framtiden kommer att vara. Scenarierna visar emellertid att mängden växthusgaser som släpps ut i framtiden har betydelse för hur kraftiga klimatförändringarna i framtiden blir. Det är särskilt svårt att räkna ut risken för intensiva regn. Osäkerheten minskar en del vid hydrologiska modellberäkningar då fler faktorer tas med. (SMHI, 2006)

Rummukainen, klimatexpert på SMHI, menar också att det är svårt att jämföra den globala och regionala utvecklingen på grund av att naturliga variationer är större i vår region än på den globala skalan. Den regionala uppvärmningen ligger bra i linje med klimatscenarier medan nederbördstendenser skiljer sig

något. (Formas, 2010)

Vissa scenarier i studien visar ganska skilda resultat mellan de olika modellerna och utsläppsnivåerna men det finns vissa tydliga drag som man kan konstatera. Förändringar i omfattningen av intensiva regn, som tidigare påpekats, visar en ganska otydlig bild men mer tyder på en ökning än en minskning. Det stämmer också med erfarenheten att de allra mest intensiva regnen är kopplade till varm och fuktig luft. En ökning av intensiva regn medför en ökning av de översvämningsrisker som är kopplade till dagvattensystem och annan direkt avrinning av regnvatten. (SMHI, 2006)

*Här visas scenarier på hur klimatförändringar kan komma att drabba Malmö med grund i ovan nämnda studie. Scenarierna visar förändring i nederbörd samt flöden kopplade till förändringar i nederbörd. Sist visas förändringar i temperatur som är resultat från en senare studie.*

## Scenarier för Malmö

### Nederbörd

Scenarierna visar medelförhållanden mellan åren 1961-1990 och 2071-2100 och är gjorda utifrån två modeller samt två utsläppsscenarier. Modellerna kallas RCAO-E och RCAO-H men de kommer här benämnas som E respektive H, utifrån sista bokstaven i namnen. Utsläppsscenarierna är A2 och B2 där A2 innebär en kraftigare ökning av utsläpp än B2.

- Procentuell förändring

Alla scenarier gällande procentuell förändring i nederbörd (medelförhållanden) visar en ökning på 0-10 % för Malmö.

- 100-årsnederbörd

100-årsnederbörd innebär nederbörd med återkomsttiden 100 år och mäter

alltså förekomsten av intensiva regn. För Malmö kan man se en ökning på 20-30 % av 100-årsnederbörden för alla scenarier utom för modell E, B2 där det inte förväntas någon förändring alls. Tre av de fyra beräkningarna visar alltså en ökning med 20-30 % av antalet nederbördstillfällen som normalt inträffar en gång per hundra år.

- Årtidsskillnader av 100-årsnederbörd

Här visas den procentuella skillnaden i årtidsfördelningen av 100-årsnederbörd utifrån scenario A2, där utsläppshalten är stor. Jämförelsen är mellan 1961-1990 och 2071-2100.

- Modell E visar en ökning med 50-60 % för december-februari, 5-10 % för mars-maj, 10-20 % juni-augusti och 10-20 % för september-november.

- Modell H visar en ökning med 5-10 % för december - februari och 20-30 % för mars - november.

För Malmö skiljer sig alltså beräkningarna gällande årtidsfördelning mycket åt mellan de två modellerna.

## Hydrologi

Det är omtvistat hur riskerna för höga flöden ska beräknas utifrån klimatscenarier. Här har resultat av klimatscenarier överförts till hydrologiska beräkningar genom två metoder som benämnts *delta* respektive *scaling*.

- Avrinning

Förändring i avrinning enligt deltametoden och kontrollperioderna 1961-1990 och 2071-2100 och modell E, B2 innebär för Malmös del en ökning med 5-10 %.

Förändring i avrinning under 30-årsperioder enligt *scalingmetoden* och modell RCA3-E/B2 visar också på en ökning. Under perioden 1981-2010 ser man då en ökning på 5-10 %, 1911-2070 10-15 % och 2071-2100 5-10%.

● Flöden

Förändring i dygnsflöden med 100 års återkomsttid från 1961-1990 till 2071-2100 genom deltametoden visar följande för Malmös:

Modell E, B2: 5-10 % ökning

Modell E, A2: 10-20 % ökning

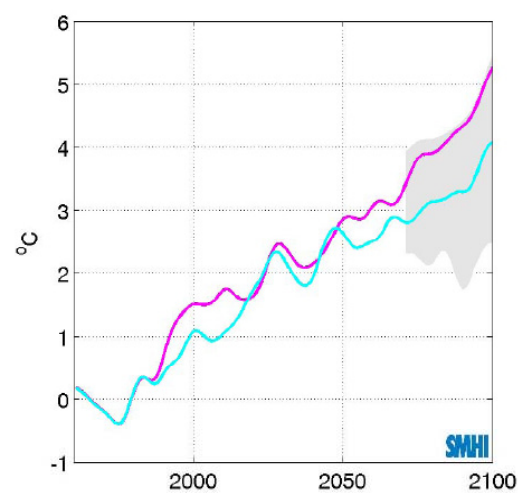
Modell H, B2: 5-10 % minskning

Modell H, A2: 5-10 % ökning

(SMHI, 2006)

## Temperatur

Kurvan visar löpande 10-årsmedelvärde för A2 (cerise) och B2 (turkos) mellan 1961 - 2100. (SMHI, 2011) Beräkningar utifrån kraftigare utsläppsscenarier visar en temperaturökning på drygt 5 °C medan mindre utsläppsscenarier visar en temperaturökning på drygt 4 °C. Man kan konstatera att scenarierna skiljer sig mer åt ju längre tiden går.



Figur 3. Graf, temperaturförändring.

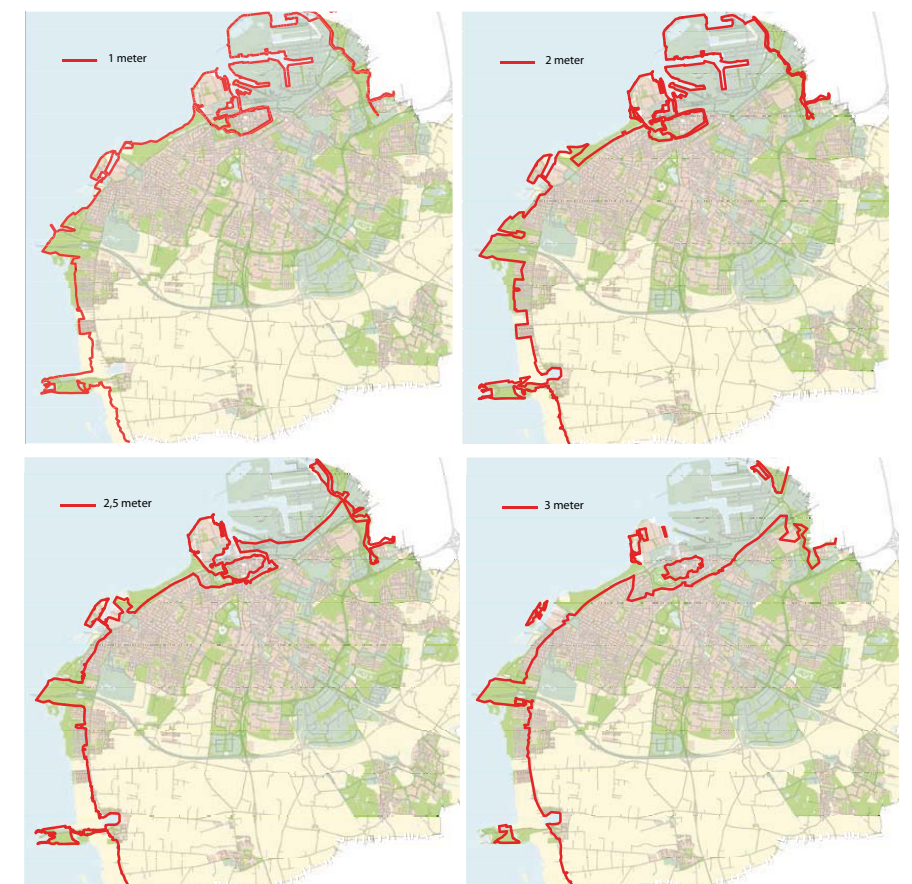
## Havsnivåhöjning i Malmö

I södra Skåne är landhöjningen cirka 0,6 mm per år (Persson, P. pers. medd., 2012). Idag sker en höjning av havsvattennivån på 3-3,5 mm. Det innebär att den vid Malmö stiger med cirka två mm/år och höjs med två centimeter på tio år eller 0,2 meter på 100 år.

I Malmö pågår planer att skydda staden mot stigande havsvattennivåer. Exempelvis var den lägsta nivån för var man kan bygga hus utan att de riskerar att översvämmas först två meter medan den idag ligger på tre meter. (Strömkvist, S. & Törnberg, U., 2011)

Hur mycket havsnivåhöjningen kan komma att påverka kustlinjen visas på kartorna till höger genom vattennivåer på motsvarande 1, 2, 2,5 respektive 3 meter. (Malmö stad, 2008) Om havsnivån vid Malmös kust höjs med mellan 22-65 cm till år 2100, vilket är lågt beräknat om man ser till framställda scenarier, så kan det vid extrema väderförhållande innebära att havsnivån stiger med hela 3 meter, enligt Andersson kommunekolog i Malmö stad. (Rasmusson, D., 2009) Detta är det värsta scenario som visas på kartorna till höger.

*Klimatförändringar kommer i flera avseenden att påverka Risebergabäcken. Dessa beskrivs närmare i nästa kapitel.*



Figur 4. Översvämningskartor.



## HUR PÅVERKAR KLIMATFÖRÄNDRINGAR RISEBERGABÄCKEN?

*Risebergabäckens topografi, dess kustnära läge samt den mänskliga påverkan som har försämrat Risebergabäckens förmåga att ta hand om vatten bidrar till att bäcken i hög grad kommer att påverkas av klimatförändringar. Här diskuteras i vilka avseenden och på vilka sätt det kan ske samt hur de planer som Malmö stad utarbetat, som syftar till att hantera stigande vattennivåer, påverkar Risebergabäcken.*

### Troliga förändringar

- Stigande vattennivåer

På samma sätt som havsnivån höjs kommer vattendrag som mynnar ut i havet och som har samma ytvattennivåer också att drabbas av stigande vattennivåer. I Malmö kommer Sege å att drabbas i första hand. Risebergabäcken som mynnar ut ganska långt nedströms i Sege å riskerar också att drabbas av höjda vattennivåer och då framförallt i de nedströms delarna. Den dämmande effekt de förhöjda vattennivåerna medför kan också påverka Risebergabäcken en bit uppströms.

- Förhöjd grundvattennivå

Eftersom grundvattennivån i kustnära områden är starkt sammankopplad med havsvattennivån kommer stigande grundvattennivåer också vara en medföljande negativ konsekvens av klimatförändringarna. Det kommer innebära ökade översvämningrisker på låglänta ytor utmed Risebergabäcken och ytor som ligger inom Risebergabäckens avrinningsområde. Det kan i sin tur innebära att Risebergabäcken får ta hand om mer vatten från dessa områden eftersom mindre markvolym finns för infiltration.

- Giftiga ämnen

Att salt och giftiga ämnen kan drabba Risebergabäcken nedströms är mycket

troligt. Det påverkar flora och fauna utmed bäcken och det är därför lämpligt att ta fram vegetation som klarar av det salta vattnet och övriga ämnen som eventuellt tillkommer.

- Tillfälliga belastningar

En ytterligare belastning på Risebergabäcken är de intensiva regn som förväntas inträffa allt oftare i framtiden. Risebergabäcken kan då tillfälligt få höga vattennivåer, framförallt genom dagvatten från hårdgjorda ytor i staden som inte möjliggör infiltration. Det tillsammans med högvattenstånd i Öresund kan göra situationen mycket problematisk. Bäcken kommer då inte klara av att magasinera allt vatten.

- Erosion & skred

Mer intensivt regn och perioder av torrare klimat medför ökad risk för erosion utmed Risebergabäcken. Som tidigare nämnts är erosion redan idag ett problem utmed Risebergabäckens slänter.

- Årtidsförändringar

I ett framtida klimat kommer avrinning till Risebergabäcken från hårdgjorda ytor vara störst under intensiva sommarregn. Vatten kan inte infiltrera och tillförs snabbt bäcken. Avrinning från naturmark kommer däremot vara störst under blöta årstider när markvattenhalten är hög och vatten inte har möjlighet att infiltrera.

### Hur inverkar topografin?

Generellt gäller att med en kuperad topografi utmed ett vattendrag så avleds regnvatten snabbt och hinner inte infiltrera i omkringliggande marker. Vattendraget belastas snabbt med stora mängder vatten. Grundvattenstånd i

omkringliggande marker är av mindre betydelse

Risebergabäcken omges tvärtom av ganska flacka angränsade områden. Det kan vara en fördel då vatten avleds sakta till bäcken och till viss del hinner infiltrera innan det når fram. År däremot grundvattennivån hög kan en dämmande effekt uppstå, vilken innebär att allt vatten inte kan infiltrera och stora ytor riskera att svämmas över. Stiger havsvattennivån, stiger grundvattennivån. Det är alltså mycket negativt för den flacka topografi och det låglänta läge som delar av Risebergabäcken och dess avrinningsområde utgör.

### Hur skulle ett kustskydd påverka Malmöns inre delar?

Malmö stad har planer på att upprätta ett kustskydd (se nästa sida) för att skydda staden från stigande havsvattennivåer. Huvudsyftet tycks vara att skydda staden från den förstörelse klimatförändringar kan komma att orsaka. Åtgärderna skulle innebära att havsvattennivåhöjningen inte direkt kommer att påverka Risebergabäcken och stadens inre delar. (Malmö stad, 2008)

Förverkligas planerna är Malmö långt ifrån ensam om dessa åtgärder. Nederländerna är ett mycket låglänt land som ligger flera meter under havsytenivån. Där har man byggt enorma vallar som stänger ute havet. Även utanför Kristianstad som geografiskt sett ligger närmare oss har man också byggt vallar av samma anledning. I Lomma som ligger en bit utanför Malmö har man reserverat mark för en skyddsvall utifrån en så kallad klimatanpassningsplan (Thomasson, T., 2011).

Ett kustskydd är en åtgärd som är fullt möjlig. Idén kan tyckas verka bra. Man bygger helt enkelt bort vattnet och staden står kvar oberörd av de höga havsvattennivåerna. Det är emellertid inte sant om man ska tro Tord Andersson, kommunekolog i Malmö stad. Han menar att dessa åtgärder kommer att ge andra konsekvenser för Malmö och dess vattendrag som inte går att bortse

från. Det skulle exempelvis innebära att dagvatten och vatten från bland annat Sege å skulle riskera att svämma över. Andersson menar att problemet är att om man hindrar vatten från att komma in så hindras det även från att komma ut. (Rasmusson, D., 2009)

En slutsats man kan dra av dessa påståenden är att bygger man vallar runt staden så är det av stor vikt att det också finns ytor inom staden som kan ta hand om dagvattnet. Enligt Jagaric kommer dessutom tidigare nämnda konsekvenser kopplade till förhöjda grundvattennivåer att kvarstå. Det vill säga att salt och andra giftiga ämnen kan nå staden genom grundvattnet, som i



Figur 5. Skiss till kustskydd för Malmö.

sin tur också påverkar staden genom tryck och kapillära krafter. Det kommer att uppstå särskilt kraftigt tryck på ytor närmast kustskydden. (Jagaric, N., pers. medd., 2011) Risebergabäcken mynnar i Sege å. Om det byggs vallar runt Sege å så kommer det alltså innebära att ett ökat tryck på grundvattnet uppstår i de nedströms delarna av Risebergabäcken. Även konsekvenser kopplade till kraftiga regn består.

## För- och nackdelar

Positiva konsekvenser är att kustlinjen består. Man skyddar verksamheter, byggnader och infrastruktur som ligger i riskzonen att översvämmas. Negativa konsekvenser är att man avskärs från kusten genom de höga vallarna och att regnvatten måste tas om hand inne i staden. Problem som kvarstår är grundvattennivåhöjning och konsekvenser kopplade till intensiva regn. Det finns alltså fortfarande stor risk för översvämning vid vattendrag, andra låglänta områden eller områden som exempelvis är sammankopplade med brunnar som hamnar under grundvattennivån. Salter och andra ämnen kan också fortfarande ta sig in i staden på grund av de höga grundvattennivåerna.

Att bygga vallar löser alltså inte alla de problem som klimatförändringar tros orsaka och det medför dessutom en rad negativa konsekvenser för Malmö stad.

*Tidigare har fokus legat på förmildrande åtgärder när det gäller klimatfrågan och då framförallt strategier som hanterar reduktion av koldioxidutsläpp till atmosfären. Nu börjar man erkänna anpassning som en nödvändig del i samhället. Alternativ för en varmare värld måste diskuteras. (Grafton, R. et al., 2011)*

*Hur man bör förhålla sig till vatten och sätt att arbeta med vattnets fluktuationer och översvämningens problematik undersöks i nästa kapitel. Kapitlet handlar också om vattnets fysiska och estetiska egenskaper och hur man kan framhäva dess kvaliteter.*

# VATTNETS DYNAMIK

---

DEL 3

## FÖRHÅLLNINGSSÄTT TILL VATTEN I URBANA MILJÖER

*Det finns flera anledningar till varför man ska hantera vatten som ett dynamiskt material. Vatten skapar ett förhållande mellan detalj och helhet. Varje droppe är en del av jordens vattenbalans. Att vatten är långtifrån statiskt kan man förstå utifrån hydrologi och klimatets krafter. Exempelvis varierar vattennivåerna i Risebergabäcken idag med mellan cirka 0,2 och 2 meter (Billqvist, S., pers. medd., 2012). Till vattnets idag naturliga dynamik kommer klimatförändringar påverka landskapsbilden och förutsättningar för landskapet i framtiden. Det är något som vi måste hantera. I detta kapitel introduceras förhållningssätt kring vatten i urbana miljöer.*

### Avskärmning från vatten

Översvämningar är en av världens mäktigaste naturliga faror. En uppskattning 2005 visade att under 1990- talet dödades 10 000 och påverkades 1,4 miljarder människor av översvämningar. De ekonomiska förlusterna är svåra att uppskatta men stora och ökar.

Översvämningar är samtidigt en del av naturligt fungerande fluviala system. De är också nödvändiga för bevarandet av akvatiska miljöer och strandhabitat. (Grafton, R. et al., 2011) Att vi människor drabbas så hårt av översvämningar kan ses som en konsekvens av de samhällen vi byggt upp, samhällen som är mycket sårbara för klimatets makter.

Ända sedan människan började bilda bosättningar och organisera sin omgivning var man tvungen att hantera vatten för att kunna använda det. Under medeltiden var konst, arkitektur och teknik nära sammankopplade. Genom åren har dessa områden utvecklats och blivit mer och mer åtskilda. Under 1800- talet började man installera vattenledningar och i staden utvecklades avloppsledningar och ledningar för kranvatten, privata toaletter och badanläggningar. Ansvar för avfall och dricksvatten, vilket tidigare hade varit stadens medborgares, togs över av staten och kommunala byråkratier.

Systemen blev osynliga för stadens invånare. Man kunde varken se varifrån vattnet kom eller var det sedan tog vägen. Den moderna staden har byggts upp med en tekniskt administrerad infrastruktur och enligt Geiger ser varje profession idag till sitt egna område och inte till en integrerad lösning.

Geiger menar att vatten har blivit något som vi använder och kastar iväg men vars härkomst vi inte tänker på. Finns inte vatten tillgängligt lokalt så tar man det från när och fjärran. På många platser har man exploaterat det vatten som förut fanns tillgängligt lokalt och förstört den naturliga vattencykeln. Man har öppnat upp tillgångar som djupt grundvatten som inte kan återskapas. Låga kostnader för vatten har också lett till vårdslös hantering av det. Det slösas med vatten över hela världen i alla typer av städer. Ju större städer tenderar att bli desto mer verkar dem, enligt Geiger, använda vatten oavsett konsekvenserna. I Peking som är en mångmiljonstad går grundvattennivån ner med över två meter årligen. Ändå slösas det med vatten genom enorma sprinklersystem för gröna områden, luftkonditioneringsanläggningar, biltvätt etcetera. Varför människor i regel inte är särskilt medvetna om dessa problem med vatten tror Ipsen bottnar i den moderna stadens struktur. (Dreiseitl, H. et al., 2001) Som texten ovan beskriver så har vi avskärmat oss mer och mer från vattnets naturliga väg i landskapet. De många problem som vi idag har med vatten kräver holistiska strategier och planering. Vi måste arbeta med vatten på ett hållbart och förutseende sätt och återinföra vatten i ett logiskt sammanhang. Dreiseitl är landskapsarkitekt och har sedan 1980- talet valt att specialisera sig på vatten. Han anser att man borde ta fram ekologiskt hållbara teknologier, exempelvis processer för rening och behandling av vatten för att undvika översvämningar och liknande, i allmänhetens ljus. Att uppvisa det kreativt och öppet. Exempelvis kan fördröjning och hantering av regnvatten integreras i öppna ytor och bli en del av arkitekturen. Att skapa multifunktionella ytor som redan finns i vårt landskap och ge dem funktion vid både blöta och torra perioder. (Dreiseitl, H. et al., 2001)

### Mumbai

Mumbai ligger i en flodmynning och i ett monsunområde. Mithifloden i norra Mumbai drabbades 2005 av översvämningar då ett häftigt monsunregn drog in över staden. Översvämningarna orsakade död och förstörelse. Det var ett lokalt fenomen som drabbade norra Mumbai med regnmängder på 944 mm.

Mithifloden är en relativt liten flod, knappt 15 km lång, som rinner från bergen i Veharreservoaret i norra Mumbai till Mahim Bay. Floden klarade inte av att föra ut monsunvattnet till det höga tidsvattnet i Arabiska havet 2005. Expertis försöker kontrollera vattnet genom att hålla det på vissa ställen samt förbättra dränering och hålla havet ute där det är nödvändigt. Det finns planer på att bygga en kanal i området. Denna kan emellertid inte kanalisera de 944 mm vatten som dränkte Mithifloden 2005. En sådan situation ses för kostsam och för svår att lösa bland annat med tanke på hur stor floden skulle behöva vara och alla människor man skulle behöva flytta.

Mathur & da Cunha kom till Mumbai ett år efter översvämningarna 2005. Mathur är arkitekt och landskapsarkitekt och da Cunha är arkitekt och planerare. Deras arbete med floden ser de som konst snarare än vetenskap. Konst som syftar till att ifrågasätta sådant som expertis (ingenjörer, ekologer och planerare) tar för givet.

Mathur och da Cunha understryker vikten av att Mumbai ligger i en flodmynning och dessutom i ett monsunområde. En flodmynning släpper in vatten från havet vilket resulterar i att vattennivån rör sig upp och ner och alltså inte är hindrad av någon specifik kustlinje. Vattennivån påverkas dels av förutsägbara tidvattensnivåer och dels av det oförutsägbara och komplexa i världens hav. Kombinationen av regn och högt tidvatten kan leda till att staden hamnar under vatten. Murar, landfyllnad, vägbanker och andra metoder används för att hålla vattnet ute.

Författarna skriver att det finns en tro att naturen kan bli kontrollerad genom

förutsägbarhet och teknologi. Attityden, menar de, är grundad i att vatten och mark är skiljbara. Konsekvenserna har resulterat i ett landskap med hårda kanter samt klara och distinkta enheter.

Mathur & da Cunha vill inte försöka bemästra naturen. De vill hellre sluta fred med havet och välkomna monsunen än frukta dess förmåga att orsaka översvämningar. De menar att inställningen måste vara att uppskatta en vattenfylld terräng och en design som kan hålla monsunvattnet snarare än att kanalisera det ut i havet. Det kan vara genom att skapa gradienter, flytande gränser och markanvändningar som är anpassningsbara. Författarna ifrågasätter människans separering av land och hav. När man började kartlägga mark gjorde man en tydlig indelning av de två. Man använde sig av en bestämd linje som separerade olika miljöer, även om det i verkligheten inte alltid var så självklart var linjen skulle dras. Kartor visar inte miljöers komplexitet, som exempelvis temporära och flytande gränser av en flodmynning.

Mathur & da Cunha framhåller fördelarna av att se landskapet som ritat i sektion. Sektioner minskar betydelsen av kanter och gränser. Istället kan man se landskap genom flytande gradienter. Genom att se landskapet i sektion kan man se terrängen som indelad i objekt, inte som geografiska utrymmen. Mathur & da Cunha arbetar med möjligheter och elasticitet, att absorbera och avleda vatten. Det utrustar för det temporära, osäkra och komplexa av en terräng som ligger mellan land och hav. (Mathur, A. & da Cunha, D., 2009)

Hur vi väljer att tolka våra miljöer borde rimligtvis också påverka hur vi uppfattar landskap och hur vi väljer att designa det. Genom att se bortom linjer på kartan kan man börja se landskapets olika lager och dynamik. Andra som talar om att se landskapet i lager är Bava med flera. De menar att den fysiska miljön framförallt är marken som formats av geologi, erosion, mänskliga aktiviteter och hydrologi. Landskapet är inte avskilt från staden utan de är tvärtom i samspel med varandra och andra dynamiska krafter och i ständig utveckling. Vatten i olika former utgör ett element som korsar dessa lager genom infiltration, kapillära överföringar eller

flöden. Genom hav, sjöar och tillfälliga översvämningar skapar det fluktuerande lager i landskapet. (Bava, H. et al., 2009)

## Bangkok

Thaitakoo & McGrath är ekologer och urbana designers. De framhåller landskap som dynamiska och att de ska ses utifrån sina flytande tillstånd. Genom sin forskning hävdar de att klimatförändringar kräver nya sätt att tänka.

Bangkok är beläget på en flack terräng på Chao Phrayas floddelta. Staden och dess omgivning var tidigare i harmoni med förutsägbara cykler av monsunregn och våta risodlingar. Mellan 1300- och 1700- talet utsattes människor längst flodbanks för både brist och överskott av vatten men det var något man anpassade sig efter och hittade sätt att hantera. Bland annat fungerade risfält som effektiva vattenmagasin. Idag har privata företag etablerats på de nu före detta risodlingarna. Kanaler har konstruerats och konstbevattning införts. Urbaniseringen har skett på bekostnad av 100- tals år gamla vattenbaserade traditioner.

Bangkok påverkas både av monsunen från maj till oktober med kraftiga regn, dagliga tidsvattenfluktuationer samt vattentillförsel från områden uppstöms. Kombinationen av kraftiga regn och högt vattenstånd gör det idag omöjligt att dränera staden utan att ta hjälp av flodvallar och pumpstationer. Klimatförändringar kommer att förvärra situationen ytterligare.

Thaitakoo & McGrath anser att man bör förhålla sig till det urbana landskapet genom flytande perception. Att se staden utifrån att det är ett vattenlandskap. De menar att ett sådant synsätt innebär en bättre bas för elasticitet, motståndskraft och anpassning än solida lösningar som är baserade på skyddande av tekniska system. De föreslår att låta slussar och fördämningar interagera med ett system av små poldrar (markområden som genom invallning eller liknande är torrlagda). Istället för att fylla upp låglänta områden med fyllmassa för att bygga

hus så kan de byggas på upphöjda plattformar. Det finns då dels plats för vatten under våta perioder och dels ytor för vattenförvaring under torra perioder.

Författarna skiljer på solid och flytande perception. En solid perception innebär rigida översvämningsskydd som hämmar vattnets naturliga flöde. Livet bakom flodbarriärer är då ekologiskt statiska och stagnerande. Konstruerade strukturer separerar det dagliga livet från det dynamiska vattenflödet och förändringar i vattennivå eller mängd motverkas. Vatten ses som en fara man vill utplåna eller mildra. En separation finns mellan land, vatten och människa.

En flytande perception innebär istället flexibla och öppna strukturer som tillåter ett naturligt vattenflöde. Kulturellt och socialt liv binds till vattnets dynamik. Elasticitet och anpassning utvecklas genom perioder med säsongsmässigt förändrade vattennivåer. Vatten är en del av sårbarheten och det är hanterbart. Land, vatten och människa är förenat.

Thaitakoo & McGrath har i sin forskning i Bangkok studerat förhållanden mellan arter och landskap, samt närvaro av människa och stad. De har skalat upp resultat från mindre uppsamlingsbassänger för att förstå ekologisk dynamik av större flodområden. De menar att små förändringar skulle kunna ge stora effekter om invånare uppmuntras till att förändra sin perception från ett solitt tillstånd till en mer flytande perception. Något som man börjar förstå genom flodområdesforskning är att städer tillhör stora komplexa system och klimatförändringar visar redan att alla städer kan drabbas av globala och regionala processer och händelser. Författarna framhåller ett integrerat angreppssätt med mindre privata handlingar som tillämpas mer systematiskt. (Thaitakoo, D. & McGrath B., 2008)

## Los Angelesfloden

Hur många mindre åtgärder tillsammans kan ge stora förändringar är något som The Community Development by Design och the Santa Monica Mountains



Conservancy har utvecklat. De har arbetat med att återuppliva den länge illa behandlade Los Angelesfloden. Flodens benägenhet att översvämma gjorde att man tidigare hade förändrat en stor del av den till en flodkanal av betong. Här går tankarna kring hur man genom mindre åtgärder som anammas brett kan hantera stora ekologiska system. De beskriver sin idé som att skapa urbana vildlivstillflyktsorter (Urban wildlife refuge). Gruppen såg möjligheter i att genom ett ekologisk nätverk av gröna ytor sammankoppla Santa Monicabergen med havet. Frågan var hur man kunde planera för att tillfredsställa både lokala angelägenheter och regionala mål. Vad man bestämde sig för var att dela in flodområdet i 12 separata enheter på 80 km<sup>2</sup>. Enheterna förväntades både kunna beröra platsspecifika angelägenheter och skapa ett fungerande ekosystem. De hittade kopplingen mellan de olika enheterna hos fåglar. Fåglarna ansågs kunna bli en indikator på ekologisk hälsa och måttet på framgång i ett område skulle då mätas genom hälsan hos olika fågelpopulationer. Eftersom fågelvägen inte gör skillnad på privat och allmän egendom eller på industri- och bostadsområde tror de att det kan uppmuntra skapandet av uppfinningar över olika egendomstyper och användningsområden. De menar att också åtgärder på bakgårdar och andra mindre platser kan göra stor skillnad och vill uppmuntra allmänheten genom utbildning och belöning till att själva verkställa dessa åtgärder.

I arbetet med Los Angelesfloden har man tänkt sammanlänka och utveckla gröna ytor inne i staden för att på så sätt ta hand om vattnet innan det når vattendraget. Designen inkluderar olika typer av våta miljöer som exempelvis våtmarker, sumpmarker och så kallade "raingardens". Med raingardens menas planterade ytor som tar hand om vattenavrinning från hårdgjorda ytor (Wikipedia, 2011a). I de nya miljöerna ska det också finnas fågelskådningsplatser, nya biotoper och ett nätverk med promenader längst floden som ska koppla ihop de olika delarna. (Hayter, J. A., 2007)

## Klimatanpassning

Även i Malmö har man fokus på klimatanpassning. Det handlar då om att införa åtgärder som mildrar eller hindrar effekter av klimatförändringar eller tar tillvara på dess möjligheter, både i befintlig bebyggelse och vid planering för ny bebyggelse. Malmö stads nyckelord för dagens och framtidens klimat är *minskad sårbarhet* och *ökad flexibilitet*. Deras strategi för klimatanpassning är framförallt att arbeta med de gröna och blå strukturerna i staden, det vill säga grönska och vatten. Fördröjning av nederbörd i lokala dagvattensystem är en åtgärd som kan bidra med att rena dagvatten, fylla på grundvattennivån och öka tillgången till vatten för både människor och djur i stadsmiljö. Som dagvattenstrategi finns sedan 2008 en rad mål upprättade. Bland annat ska den naturliga vattenbalansen inte påverkas negativt av stadsplanering, dagvattenhantering ska dimensioneras så att skadliga översvämningar undviks och öppna dagvattensystem ska användas så långt som möjligt i nybyggda områden. (Malmö stad, 2011)

Enligt Bergstöm & Sällfors kommer ett nytt klimat skapa nya förutsättningar för planering av boende och infrastruktur i Sverige och övriga delar av världen. Det behövs ökade marginaler i allt projekteringsarbete för att garantera säkerheten i framtiden. Samtidigt fortsätter vi att utmana naturen genom att bygga nya bostäder nära vatten och i områden med dagvattensystem som inte klarar stora vattenflöden. (Formas, 2010)

*Texterna ovan visar på olika förhållningssätt till vatten i urbana miljöer. De är emellertid lika i avseendet att se till helheten, att förstå vattnets naturliga flöde och anpassa sig till det genom att öka marginaler inom planeringen och förbereda sig för det temporära och osäkra. Ju fler insatser man gör för att ta hand om vattnet innan det når vattendrag, desto mindre belastade blir dem.*

## DESIGN & ANPASSNING

*Här är ett inspirationskapitel där vatten som material och dess möjligheter till design är i fokus. Exempel där man på inspirerande sätt har tagit tillvara på vattnets potential visas. Det handlar om att förstå materialet och dess kvaliteter. Hur kan man framhäva vatten på ett spännande sätt och skapa inbjudande vattenmiljöer där människor kommer nära vattnet och kan interagera med det?*

*En stor del av kapitlet visar projekt som hanterar vattnets fluktuationer varav ett projekt är Kristiansstads Vattenrike som jag också besökte. En stor skillnad mellan de beskrivna exemplen och Risebergabäcken är att vattendragen i exemplen är betydligt större. Emellertid finns det mycket att ta fasta på som man kan utveckla fast i mindre skala. Det är metoderna som är intressanta. Projekten togs fram genom litteraturstudier samt genom att besöka en utställning kallad "Water: cure or blessing" i Berlin. Projekten valdes dels utifrån dess fokus på översvämningsproblematik eller vattnets dynamiska krafter och dels utifrån om de tar tillvara på vattnets potential på spännande sätt.*

*Människor har sin egen anknytning till vatten beroende på var man lever och vilka erfarenheter man har. Själv fascinerar jag av skärgården i Bohuslän där jag har spenderat många somrar. Få saker gör mig så lycklig som att se ut över vidsträckta vyer av kargt klipplandskap som sticker upp ur det oändligt stora blå. Att känna saltstänk när man färdas över vattnet eller höra det rofyllda kluckljudet som vågorna skapar när de stöter på objekt under sin väg in mot land. Människor i alla åldrar fascinerar av vatten. Det är trots allt i ett rum fyllt av vatten som vi alla har våra allra första erfarenheter. Därinne i mammas mage. Kanske är det också därför som vår kärlek till och längtan efter vatten är så djupt inneboende i människan.*

### Vatten i design

#### Vattnets egenskaper

Vatten kan man, till skillnad från många andra material, inte alltid styra hur

man vill. Det är nämligen väldigt svagt för påverkan av krafter runtomkring och på så sätt också mycket oberäkneligt. Vattnet besitter en rad egenskaper som präglar hur det beter sig i olika situationer. Vad som påverkar vattnets rörelser kan man finna inom hydraulikens lagar. Enligt Nikolajew besitter vatten bland annat tröghet, vilket uppkommer genom friktion mellan enskilda strålar i rörelsen. Viskositeten beskriver denna tröghet. Tyngdkraften påverkar vattnets masstäthet och volym och ytspänningen bildar en hinna på vattnets yta. Vatten påverkas också av tryckkrafter vilket man tar till vara på bland annat för fontäner. Enligt författaren är det dessa krafter som man har att arbeta med när man designar med vatten och de påverkar varandra. Exempelvis minskar viskositeten om tryckkraften ökar. Man kan också skilja på laminära och turbulenta flöden. Laminära flöden ger enhetliga flöden med genomsnittligt vatten. Turbulenta flöden ger oregelbundna förlopp orsakade av virvlar och slumpmässiga vattenstrålar. Rörelserna medför att vattnet färgas vitt av luftbubblor. (Nikolajew, M., 2008)

I vatten skapas också strömvirvlar som lätt blir synliga vid objekt som bropelare och synliga stenar. Övervägande strömvirvlar finns emellertid under vattenytan. De finns i många olika varianter. Oftast är de osynliga men kan ge sig tillkänna genom exempelvis sand som följer med vattnets rörelser. Även om flödesrörelser i vatten följer vissa lagar, som vi idag vet mycket om, så är de specifika sätt de utvecklas på fullt av överraskningar.

Något som är känsligt för påverkan är vattnets ytstruktur. Det reagerar på minsta vindpust och skapar ett oändligt antal rytmiska mönster. I vatten finns också olika horisontella gränssytor mellan vattenmassor med exempelvis olika densitet som orsakas av olika salthalter eller temperaturskillnader.

Fotografierna visar hur vatten och gräs samspelar. Övre bild visar intressanta mönster som skapas av att grässtrån och tuvor sticker upp ur vattnet och skapar reflektioner i vattenytan. Nedre bild visar gräs som lagt sig ner och flyter med vattnets flöden.



Härlövs ängar, Kristianstad, 2011



Härlövs ängar, Kristianstad, 2011



I luft kan vatten framträda som moln, dimma eller regn. Det är ständigt föränderligt och påverkas bland annat av temperatur, luftfuktighet och lufttryck. (Dreiseitl, H., et al., 2001)

### Ljudmässiga, visuella & taktila upplevelser

Vattnets rörelser skapar ljud som kan beskrivas som porla, klucka, plaska, droppa, brusa, sippra och skvalpa. Det är olika typer av rörelser som skapar ljuden. Vatten kan också följa rytmer som lugnar eller stressar människor. Nikolajew jämför rytmerna med hjärtats slag och menar att rytmer som är långsammare än hjärtslagen automatiskt lugnar människor och tvärtom. (Nikolajew, M., 2008)

Vatten har som tidigare nämnts också en förmåga att återge sin omgivning genom reflektioner på vattenytan och kan på så sätt skapa visuella upplevelser. Vackra utblickar kan skapas av öppna vyer som hav eller större vattenkroppar. Där kan vattnet vila stilla eller brusa upp och skapa vågspel. Vid kraftiga vindar kastas vattnet upp när det kolliderar med klippor eller föremål vid land. Strida eller turbulenta strömmar som tar sig fram genom landskapet erbjuder också intressanta vyer och här skapas spännande taktila upplevelser när man för fingrarna genom det strömmande vattnet. Vattenstänk, fuktig luft eller att bryta vattenytan genom att dyka ner i vattnet och helt låta sig omges av den svalkande massan är andra sätt genom vilka vatten kan skapa taktila upplevelser. (Dreiseitl, H. et al., 2001)

### Vatten & ljus

Vatten är endast synligt när det nås av ljus och det är himlens, landskapets eller andra omkringsliggande objekts reflektioner som gör det synligt för oss. Det kan också förvränga och bryta ljus, vilket gör det mycket intressant att arbeta med ljus och vatten i designsammanhang. (Dreiseitl, H., et al., 2001)

Dreiseitl lockades av den utmaning som finns i att arbeta med vatten och den låga kvaliteten som han ansåg fanns i befintliga arbeten. Framförallt var

det vattnets rörelser och dess interaktion med ljus som intresserade honom. Han hävdar att designar man med vatten måste man också designa med ljus. Dreiseitl tror att vatten ger människor en speciell kontakt med naturen. (Richardson, T., 2008) Han menar också att vatten är vår bästa lärare och att det enda sätt att på riktigt öka sin förståelse för vatten är att experimentera med det. (Dreiseitl, H. et al., 2001)

### Funktion & design

Fontäner och öppna vattenleder (open waterways) fanns i städer redan under antiken. Historiska fontäner fanns alltid i ett sammanhang av många olika funktioner som dricks- och bruksvatten och var en social plats där människor kunde mötas. Vattenleder för varutransporter och annan trafik samt möjlighet att tillhandahålla dricksvatten och föra bort avloppsvatten var förr avgörande vid val av bosättning och hjälpte till att forma stadens gator och torg. Vatten presenterades då konstnärligt och framhövdes estetiskt på ett annat sätt än vad det gör idag. Det uttryckte ett levande förhållande mellan stad och dess omgivning. Under industrialismen förändrades människans förhållningssätt till vatten. Man tog kontroll över det.

Något som Dreiseitl är kritisk till är idén om att vatten enbart ska fungera som dekoration i staden samtidigt som all nödvändig vattenhantering i staden, exempelvis regnvattenavledning, dricksvattenprovanter och avloppsavfall, endast hanteras med funktionalitet. Han anser att man borde utveckla idéer att koppla vattenkonst med mer komplexa teman. Det kan handla om nya och mer synliga vägar för regnvatten, återanvändning av vatten eller ny design av en mer naturlig avloppsbehandling. (Dreiseitl, H. et al., 2001)

### Ett levande material

Att arbeta med vatten är ofta mer komplext än man kan tro. Det man designar

eller med datorns hjälp framställer, kan te sig annorlunda i verkligheten. Ofta rör sig och faller vatten på ett annat sätt än man förväntar sig. Det kanske inte heller reflekterar på ett förväntat sätt eller så kan kalkbeläggningar och annat interagera med material och förstöra det tänkta uttrycket. Felaktiga bedömningar eller okunnighet i planeringsstadiet kan resultera i höga driftskostnader eller tekniska problem. Yrken som hanterar vatten dagligen får erfarenhet av vatten och en förståelse som behövs för att hantera vatten på ett bra sätt. (Dreiseitl, H. et al., 2001)

*Vatten är ett levande material på grund av dess känslighet för yttre påverkan. Dess ständiga föränderlighet gör att upplevelser av det aldrig blir tråkigt.*

### Inspirerande projekt

*Här presenteras sex projekt som är intressanta utifrån hur de hanterar fluktuerande vattennivåer. Projekten är till inspiration för hur man kan arbeta med vattendrag på ett hållbart och samtidigt spännande sätt. Efter varje exempel resoneras på ett mer allmänt plan över de designprinciper projekten visar.*

*De tre följande exemplen är Bishan Park, Shanghai Houtan Park och Danube Power Plant. De har alla liknande bakgrundsproblematik med att tidigare ha blivit utträtade och inbyggda med solida betongväggar. Syftet var då att på så sätt erhålla mer plats för urbana verksamheter och kontrollera vattnets fluktuationer men det ledde även till att vattendragen blev mycket illa behandlade och åsidosatta. Inget vatten kunde infiltrera i de hårdgjorda konstruktionerna. Vattendragen blev till en fara för omgivningen genom att riskera att översvämma och dess vatten förorenades. Dessutom utarmades den biologisk mångfalden och man bortsåg från den potential ett vattendrag som upplevelseelement i en urban miljö.*



### 1. Bishan Park, Singapore, *Atelier Dreiseitl, Überlingen*

Atelier Dreiseitl har tillsammans med Singapores vattendepartement och genom programmet *ABC Water program* (Active, Beautiful, Clean) arbetat med att restaurera en tre kilometer lång remsa av Kallangfloden i Singapore. Man har både meandrat vattendraget och skapat vegetativa ytor runt omkring vilket har gjort vattendraget mer naturligt. Utmed flodfåran har man placerat ut större stenar och skapat sittbara terrasser. Målet har varit att återinföra vattnet i invånarnas liv. Genom att återställa den naturliga reningsprocessen har man skapat tillgängliga vattensystem som uppskattas av både människor, flora och fauna. Floden var från början en trång dräneringstunnel i betong men är nu en meandrande flod med naturliga och dynamiska processer. (Giesler, U., 2011)

#### Designprinciper:

Genom att man har meandrat Kallangfloden finns nu mer plats för vatten. Ytterligare plats har skapats genom vidgning av flodfårans slänter. De sittbara terrasserna i olika nivåer har gjort vattendraget tillgängligt för människor oberoende av vattenmängderna i floden. Genom meandringen och de stenar man har placerat ut har man saktat ner vattenflödet och möjliggjort vattenrening.

I Bishan Park finns det en intressant kontrast mellan den byggda staden och den naturliga vattenfåran. Det finns också en spännande lekfullheten i miljön. Vid lågt vattenstånd kan barn springa runt bland stenarna medan föräldrar sitter på de angränsande terrasserna. Likväl som man måste skapa miljöer som tar hand om vatten när det är högt vattenstånd, måste miljöerna vara tilltalande och fungerande även vid lågt vattenstånd. I Kallangfloden har man skapat en design som möjliggör vattnets dynamik och som skapar tillgänglighet oberoende av vattennivåer.



Figur 6. Bishan Park, före



Figur 7. Bishan Park, efter

### 2. Shanghai Houtan Park, Kina, *Turenscape, China, Beijing*

Houtan Park ligger längst Huangpufloden och är till formen en smal länga på 14 ha. Området var tidigare en industriell plats med förorenat vatten. Runt kanalen fanns då en 6,7 meter hög betongvägg som skulle skydda mot översvämningar med 1000- års återkomsttid.

Utformningen av parken har syftat till att integrera konstruerade våtmarker med ekologisk flodvattenreglering, återinförda industriella material och jordbruk på ett estetiskt tilltalande sätt. I mitten av parken finns en våtmark som är 1,7 kilometer lång och 5-30 meter bred. Olika vattenväxter har valts och designats för att absorbera föroreningar från vattnet. Genom att rena vattnet på detta sätt har man sparat en halv miljon US dollar i jämförelse med konventionell vattenrening. Genom att plantera växter längst med flodslänten har man också skyddat den från erosion. I parken har man skapat vandringsstigar och platser för rekreation, undervisning och forskning. Genom att ha utformat terrasser har man dels sammankopplat parken bättre med staden som ligger 3-5 meter ovanför floden, samt minskat belastningen av dagvattenavrinning från bilvägar. (Giesler, U., 2011)

#### Designprinciper:

De stora ytorna av våtmarker bidrar till att minska tillförsel av dagvatten genom att växterna suger upp vatten innan det når vattendraget. På samma sätt tar växterna upp vatten från flodfåran. Våtmarkerna bidrar också till att rena vattnet från föroreningar, samt gynnar biologisk mångfald.

Genom att man har terrasserat marken har det skapats mer volym åt vattnet. Det har dessutom varit ett sätt att föra floden närmare staden då det finns en nivåskillnad mellan de två, samt att möjliggöra rekreationsstråk längst med floden. Växtmiljöerna består till stor del av monokulturer. Att plantera en art i stora bestånd kan bli väldigt effektivt, särskilt när det blommar. Det är däremot mindre bra ut biologisk synvinkel.



I Houtan Park har man lyckats att integrerat flera aspekter nämligen rekreation, vattenrening, biologisk mångfald samt minskat risken för översvämningar. I både Shanghai Houtan Park och Bishan Park har man vänt staden mot vattendraget och skapat tillgängliga platser utmed det.

### 3. Danube Power Plant at Freudenau, *Wien Österrike, Österreichische Donaukraftwerke AG, Vienna tillsammans med Albert Wimmer, arkitekt Herwig Schwarz, ingenjör & Gottfried och Toni Hansjakob, landskapsarkitekter*

Donaus flodslätter breder ut sig från nordväst till sydöst om Wien. Under 1800-talets andra hälft rätade man ut floden till att bli en rigid konstruktion som syftade till bättre flodreglering. På den mark man fick tillgodo började industrier och trafik breda ut sig och man separerade staden från floden. Även om den uträtade floden skulle klara av stora mängder vatten var kapaciteten inte god nog. Man hade dessutom planer att skapa en flodfördämning som skulle driva en kraftanläggning. Projekt om flodreglering studerades, en tvåstegs-tävling utlystes och det hela resulterade i Freudenau power plant, en kraftanläggningen som idag ligger mellan Prater och Lobaus flodslätter.

Området består av Donauön som ligger mellan floden och kanalen. Ön är idag ett utflyktsmål och en populärt plats för exkursioner. Man har återskapat flodlandskapet så som det såg ut innan man började reglera floden. Området består av grusbanks, biotoper och en meandrande omlägningskanal där bland annat fiskar kan ta sig igenom.

Man ville att kraftanläggningen skulle vara tillgänglig för allmänheten och skapade en gång- och cykelbro över kraftanläggningen från ena sidan floden till den andra. Man skapade även möjligheten att gå in i kraftanläggningen och beundra panoramautblickar över flodlandskapet.

Projektets höga designkvalitet tror författarna är ett resultat av gott samarbete

mellan arkitekter, civilingenjörer och landskapsarkitekter. Projektet har inverkat positivt på miljön. Floden flyter idag mer långsamt och det hydrologiska tillståndet har förbättrats. Dessutom förser kraftverket hälften av Wiens hushåll med miljövänlig energi. (Hansjakob, G.& T., 2002)

Designprinciper:

Kraftanläggningen har tagit tillvara på Donauflodens krafter att skapa energi. Fördämningen som skapats saktar ner vattenflödet vilket även den meandrande slingan som tar sig fram vid sidan av kraftanläggning gör. Här har man också öppnat upp miljöer för allmänheten och skapat rekreativa värden.

En intressant tanke är att låta vattendraget dela på sig och gå olika vägar varvid de skulle kunna utformas med olika funktion och karaktär. Exempelvis kan man arbeta med geometriska former kontra mer naturliga eller andra typer av teman.



Figur 8. Shanghai Houtan Park.



Figur 9. Shanghai Houtan Park.



Figur 10. Shanghai Houtan Park.

#### 4. Sengkang Floating Wetland, Singapore, *PUB Singapore 's Water Agency*

Tidigare beskrevs hur man i Shanghai Houtan Bishan Park har skapat våtmarksmiljöer. I detta exempel har man också arbetat med en våtmarksmiljö men i flytande form. Sengkangs flytande våtmark är ett resultat av ett program kallat ABC (Active, Beautiful, Clean) och har som syfte att utveckla vattenmiljöer och motverka vattenbrist i landet. Våtmarken ligger i Punggolreservoaret i Singapore. Den tar hand om dagvatten från en närliggande park och bidrar samtidigt med att förbättra vattenkvaliteten då den renar vatten. Det går till så att vatten leds till sedimentationsbassänger med makrofyta zoner som består av ytlig vatten med frodig växtlighet som kan ta hand om partiklar. Vattnet förs sedan till öppna dammar och återanvänds till slut för att bevattna parken. (Giesler, U. et al., 2011)

Designprinciper:

Syftet med Sengkangs våtmark är att få ut rent vatten som man kan ta tillvara på då det är brist på vatten i landet. Även om syftet i första hand inte är att förebygga översvämningar kommer vegetationen att ta upp en del av vattnet. Exemplet belyser potentialen att skapa våtmarker som är flytande och oberoende av geografisk plats. En flytande våtmark följer vattnets fluktationer upp och ner. Detta gynnar inte enbart våtmarksväxterna genom ständig tillgång till vatten utan kan också bli ett intressant inslag i en rekreativ miljö.

#### 5. Sichang-Road Teahouse, Kina, *Miao Design Studio, Shanghai & School of Architecture/University of Hawaii*

Bakgrunden till detta projekt är att kinesiska invånare i urbana miljöer blir mer och mer isolerade från naturen till följd av kraftig expansion i städerna. Architecten Pu Miao vill med sin design uppmuntra människor till att skapa en

intim kontakt till naturligt vatten för att på så sätt få dem att uppskatta naturen mer och börja ställa krav på en mer holistisk urban miljö.

Kunshan ligger i Yangtzeflodens deltaregion. Det är ett regnfullt och platt landskap. Tehuset ligger i ett nybyggt område intill en bevarad flod vars vattennivå varierar mycket. Miao designade därför en bassäng som omringar tehuset och som drar sitt vatten från floden. Inifrån tehuset ser det ut som att bassängen och floden smälter samman. I tehuset finns tio privata rum som är halvt nedsjunkna i vattnet. De är relativt små och runda med sidor av glas. Öppnar man fönsterna kan man känna på vattnet. (Giesler, U., 2011)

Designprinciper:

Här har arkitekten skapat rum som helt omges av vatten. De transparenta glasen gör att man ser under vattenytan och man kommer på så sätt visuellt nära vattnet. Han såg en brist i att flodvattnet fluktuerar och valde att bygga in vatten i ett vattenmagasin för att på så sätt alltid ha tillgång till vatten upp till en viss nivå på platsen.

Vattnets fluktuationer blir till nackdel i rekreativa miljöer som är beroende av en viss vattenmängd för att fylla sitt syfte. För att gardera sig mot torrlagda vattenlandskap skulle man kunna använda sig av vattenmagasin för att på vissa specifika ytor ha ständig tillgång till vatten.

En annan möjlighet med att använda transparenta material är att man kan framhäva vattnets fluktuationer genom att se vattenytan i sektion. På så sätt kan man tydligt se hur vattenivån varierar. Det är också spännande att se vad som händer under vattenytan och det akvatiska liv som vattendraget bär.

#### 6. Kristianstads Vattenrike

I Kristianstad har man ända sedan staden anlades på 1600- talet varit tvungen att skydda sig från omgivande vattenområden. Här fanns då, precis som idag, stora våtmarker och sjöar. För cirka 150 år sedan byggde man en stor

skyddsvall österut och staden expanderade till nya torrlagda marker som låg under havsnivån. 2002 var det nära att vallen kollapsade och över 10 000 människor riskerade att få sina hem översvämmade. 2008 byggde man ytterligare fem kilometer långa vallar och pumpstationer och delvis på grund av effekter av klimatförändringar kommer ytterligare fem kilometer skyddsvallar och pumpstationer att byggas 2012-2013. Detta för att skydda stadens västra del från översvämningar. (Carlsson, L., et al., 2009)

Helge å som är Sveriges största å, utgör genom omkringliggande våtmarker ett landskap som saknar motsvarighet i Sverige idag. (Kristianstads kommun, odat.b) I området finns bland annat naturreservatet Isternäset som sträcker sig mellan Kristianstads stadskärna och Araslövssjön. Naturreservatet är knappt 150 hektar stort och gränsar i norr till Näsby fält naturreservat. Tack vare det kan man vandra genom våtmarksmiljöer på en sammanhängande sträcka av cirka en mil. (Kristianstads kommun, 2009)

Helge å utvidgar sig i två större, grunda slättsjöar, Aralsjön och Hammarsjön. I området finns sex naturreservat och 18 Natura 2000- områden. (Kristianstads kommun, odat.a) Helge å räknas dessutom som biosfärområde, vilket är ett modellområde där man praktiskt visar hur bevarande av ekosystem kan kombineras med utveckling. Området är idag boplatz för många olika djurarter. Här finns cirka 700 nationellt rödlistade arter samt omkring 20 globalt rödlistade arter. (Carlsson, L., et al., 2009)

I landskapet där Helge å slingrar sig fram är naturliga hög- och lågvattenfluktuationer mycket påtagliga. Detta är något som Kristianstads kommun ser som viktigt att bevara. Samtidigt måste staden skyddas från översvämningar. (Kristianstads kommun, odat.a) Området ligger mycket lågt, ungefär på samma nivå som havet, och på grund av det har de årligen översvämmade, hävdade våtmarksområden fått vara kvar och inte rationaliserats bort. Det har helt enkelt varit svårt att torrlägga sjöar och dika ut marker. Samtidigt har ångarna översvämmats och gödslats naturligt för att därefter



torka upp, vilket har gett goda skördar av strandängshö som har kunnat skördas med konventionell slåtterutrustning. (Kristianstads kommun, odat.b)

Det är ett vattenpräglat kulturlandskap där många av det gamla bondelandskapets växter och djur fortfarande finns kvar. Merparten av naturvärdena är beroende av hävd, i form av slåtter och bete, och av de årliga översvämningarna. Här finns Sveriges största arealer hävdade inlandsängar, cirka 1620 ha. Där hävden har minskat eller upphört har bland annat bladvassar, strandsnår och lövsumpskogar etablerat sig. (Kristianstads kommun, odat.b) Högre belägna partier är till stor del gammal åkermark med friskängsvegetation. I lägre partier finns tuvtåteluftängar och i sankare stråk förekommer låg- och högstarrmader. Den södra delen av Isternäset är ohävdad med spridda träd och videbuskage. Lillöområdet, som är en del av Härlövs ängar, är känt för sitt rika fågelliv. (Kristianstads kommun/länsstyrelsen i Skåne län, odat.a)

De olika vatten- och landmiljöerna ger förutsättningar för en mycket stor artrikedom. (Kristianstads kommun, odat.b) Ängarna svämmas regelbundet över och när vattnet drar sig tillbaks utgör ängarna fina häckningsmiljöer för änder och vadare. Under sommarhalvåret är det gröna strandängar som brer ut sig medan ängarna under vinterhalvåret är täckta av högvatten. (Kristianstads kommun, 2009) Förutom ett rikt fågelliv finns det många andra djurgrupper. Bland annat innehåller vattensystemet flest fiskarter i Sverige. (Kristianstads kommun, odat.b)

*När jag i september 2011 besökte Kristianstads vattenrike promenerade jag den så kallade Linnérundan som är sju km lång. Rundan går genom Härlövs ängar, Isternäset, Årummet och naturum Vattenrike. Vandringsstigen korsar Helge å på ett par ställen. Här beskrivs promenaden och mina upplevelser i kronologisk ordning.*

## Härlövs ängar

I Härlövs ängar drog två vattendrag fram. Vid sidan av de två vattendragen hade ängarna svämmats över. Det var fortfarande tydligt var huvudfåran gick och utmed dess sidor bildade samspelet mellan vatten och växter miljöer med olika karaktär. Det var alltså inte så mycket vatten att miljöerna var helt dränkta utan vegetationen gjorde sig fortfarande till känna. På vissa ställen stod grästuvor upp och bildade små kuddar i vattnet. På andra ställen bildade gräset större sammanhängande ytor och svajade med vinden. Det var väldigt fascinerande mönster som skapades och jag tror att jag var där i precis rätt tid för att kunna uppleva dem.

## Isternäset

För att ta sig fram genom Isternäset fick man vandra genom en starrmad med betande kor. Det kändes som att man var mitt ute på landsbyggden och inte alls som att man var i närheten av en stad. Större delen av betesmarken var vid mitt besök torrlagd men det fanns också mer sankta partier som tog upp vatten. Man omgavs av stora öppna vyer vilket var en mycket härlig känsla.

## Årummet

När jag hade lämnat Härlövs ängar och Isternäset kom jag fram till Årummet. Där vandrar man genom vattenmiljöer på spänger. Miljöerna skiftar mellan att bestå av relativt tät vegetation och vara av mer öppen karaktär. Spängerna varierar också från att vara raka till att ta mer snirkliga former. Designen av spångsystemet i Årummet väcker nyfikenhet. Man undrar ständigt vad som väntar bakom nästa hörn.

Designprinciper:

Kristianstads vattenrike är ett låglänt landskap där man har arbetat med stora

arealer som skiftar i karaktär. Det som är gemensamt är det ständigt närvarande vattnet. Markytorna i Kristianstad som tillåts svämma över är sammantaget väldigt stora och det finns därmed också stora volymer som kan ta upp vatten. När vattnet är lågt används några av markerna för bete. Är vattnet högt fungerar de som en buffert som tar emot de ökade vattenmängderna. De stora arealerna gör att man kan ta sig till områden som känns avlägsna staden. Rekreatiönsstråk bjuder in allmänheten till miljöerna. Man kan också använda miljöerna i pedagogiskt syfte för barn som inte annars har en naturlig anknytning till djur och var våra livsmedel kommer ifrån.

För mig var det fascinerande att så nära staden kunna uppleva platser som kändes så avlägsna den. Det var tyst och det fanns stundtals inget som påminde om stad. Något som kan ses som en nackdel är att det krävs ganska mycket mark när man arbetar med översvämningsängar och det kan vara svårt att få



Naturum Vattenrike, Kristianstad, 2011



tillgång till så stora arealer i urbana miljöer. De stora arealerna bidrog emellertid till att skapa kraftfulla uttryck och en känsla av frihet.

En fördel med att använda spänger över vattenmiljöer är att man känner sig helt omgiven av vattnet när man vandrar utmed dem. Vattnet finns runtomkring sig och man kan skymta det mellan bräderna. Trämaterialet faller väldigt naturligt in i miljön. Spänger är solida konstruktioner som inte påverkas av fluktuerande vattennivåer. Den på stolpar upphöjda gången låter emellertid fluktuationerna ske undertill. Man försöker alltså inte bygga bort eller gömma dem utan bjuder istället in människor att uppleva vattenmiljöerna och vattnets fluktuationer under sina fötter.

Fotografierna visar några av miljöerna som jag kunde uppleva utmed Linnérundan. Stora delar av Härlövs ängar var under mitt besök översvämmade. Starrmaden i Isterhäset var till största del var torrlagd men som fotografiet visar förekom också ytor med vatten. En del av Årummet som dominerades av björk var torrlagd. Där skogen öppnade upp sig framträdde öppet vatten som sedan var närvarande under resten av promenaden genom Årummet.

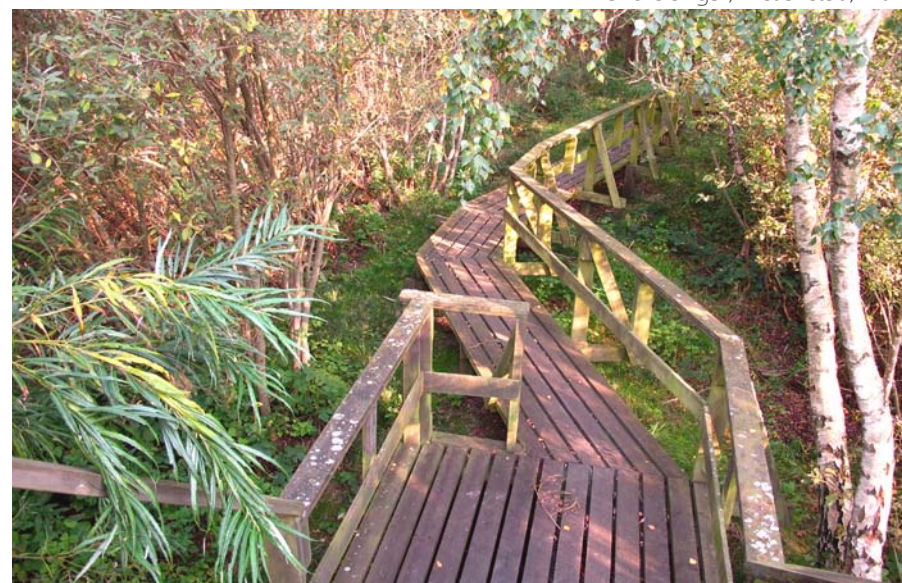
Markerna i Vattenriket fungerar både vid högt och lågt vattenstånd och är på så sätt flexibla och samtidigt mycket intressanta ur rekreativt syfte,



Härlövs ängar, Kristianstad, 2011



Figur 13. Isterhäset, Kristianstad.



Årummet, Kristianstad, 2011



Årummet, Kristianstad, 2011



# METODER SOM HANTERAR ÖVERSVÄMNINGSPROBLEMATIK

*Här redovisas metoder som man kan använda när man arbetar med vattendrag som riskerar att svämma över. Metoderna har arbetats fram genom de beskrivna exemplen och den litteratur som studerats om vattendrag, våtmarksmiljöer och hydrologi. Först beskrivs metoderna översiktligt och sedan presenteras de var och en för sig. Även ekologiska fördelar nämns.*

## En översikt

### Fördröjning

Man kan fördröja vatten innan det når den översvämningsbenägna platsen. Det kan kallas en indirekt åtgärd. Mer vatten kan på så sätt infiltrera i marker på andra platser som har bättre förutsättningar att ta hand om vattnet. Fördröjning kan göras genom åtgärder uppströms vattendraget. Man kan också fördröja vatten på de områden som har sin avrinning till vattendraget. Det gäller då framförallt hårdgjorda ytor i staden som inte låter vattnet infiltrera. Ju mer vatten som tas om hand innan det når vattendraget, desto mindre belastat bli det.

### Volym

Åtgärder kan också handla om att öka vattendragets volym för att på så sätt skapa mer plats för vattnet. Det finns många olika sätt att göra det på vilket beskrivs längre fram. Att skapa volym kan vara en typ av fördröjning åtgärd om man tillämpar den uppströms men det kan också handla om direkta åtgärder som tillämpas på den översvämningsdrabbade platsen.

### Växter

En tredje typ av åtgärd är att plantera ut växter som tar upp vatten. På så sätt minskas vattenvolymen och vattnet kan dessutom fördröjas genom växternas fysiska motstånd. Växter kan användas både på den översvämningsdrabbade platsen och i anknäpning till den. De kan dessutom användas mycket effektivt

på ytor i staden som ligger i vattendragets avrinningsområde. Eftersom staden domineras av hårdgjorda ytor kan mycket vatten på detta sätt samlas upp och minska stora vattenvolymer att nå vattendraget. Att arbeta med växter kan alltså omfatta både direkta och indirekta åtgärder.

## 1. Lokalt omhändertagande av dagvatten

Lokalt omhändertagande av dagvatten är en metod som innebär att man tar hand om vatten lokalt istället för att vattnet leds ner i dagvattensystem. I en urban miljö kan det innebära stor reduktion av vattenmängder som annars skulle hamna i och belasta vattendragen. Det finns många olika sätt att ta hand om dagvatten lokalt och åtgärden tillför dessutom en rad andra positiva aspekter som biologisk mångfald, reduktion av näringsämnen i vattendrag och en rad hälsoaspekter. Eftersom åtgärden till stor del innebär att plantera växtlighet som tar upp vatten är det en åtgärd som inte heller behöver ta så mycket plats då det finns möjligheter till plantering på både tak och husväggar. Lokalt omhändertagande av dagvatten har använts i Sverige sedan 70-talet och det har skett en markant förändring i inställningen till metoden och nya sätt att hantera dagvatten har utvecklats genom åren. (Niemczynowicz, J., 1999) Metoden kan handla om att avleda vattnet ut över gräs eller andra infiltrationsytor (Sternen, E. et al., 1996) men det finns idag många sätt att låta vattnet infiltrera. *Green Clime Adapt* är ett projekt som löper mellan 2009-2013 och där Malmö stad är huvudpartner. Man vill med projektet visa hur man genom öppna dagvattensystem, gröna tak och gröna fasader kan arbeta med att klimatanpassa städer. Det man undersöker är hur man genom dessa metoder kan minska risken för översvämningar, öka biologisk mångfald, höja rekreativvärden, samt bidra med nedkylning av byggnader. (Malmö stad, 2011b)

Fördelar med lokalt omhändertagande av dagvatten:

- fördröjning
- vattenrening
- biologisk mångfald

## 2. Fördämningar

Fördämningar är olika typer av hinder i vattendrag som saktar ner vattenflödet. Genom denna metod skapas fler ytor längst med vattendraget som vatten kan uppehålla sig på och belastning på en viss punkt blir därmed mindre. Fördämningar är en bra åtgärd en bit uppströms den översvämningsdrabbade platsen. De skapar volym på lodrät håll och bidrar med att vattendraget fylls upp med vatten innan fördämningen istället för att fortsätta nedströms. För flackare ytor är det mest reduktion av flödeshastigheten som är av betydelse men det är av mindre vikt när det handlar om översvämningsproblematik.

Fördämningar kan föra med sig andra fördelar som förbättrad vattenkvalitet, genom att organiskt material sedimenterar innan fördämningen, samt att de hinder som vattnet måste ta sig genom kan bidra med att skapa ett mer dynamiskt vattenflöde, där vattnets hastighet varierar. (Gustavsson, R. & Ingelög, T., 1994)

Fördelar med fördämningar:

- fördröjning
- volym
- vattenrening

## 3. Förlänga vattenfåran

Ett sätt att skapa mer volym åt vattnet är att förlänga vattenfåran. Att förlänga vattenfåran innebär att vattnet fördröjs så att uppehållstiden i vattendraget blir

längre.

Meandring är en typ av förlängning. Eftersom vattendrag i regel var meandrande innan människan började förändra dem innebär denna metod ett återskapande av en form som är naturlig för vattendrag. Enligt Ekologigruppen så innebär åtgärden att vattendraget blir upp till 2-3 gånger längre. Samtidigt ökar uppehållstiden med motsvarande faktor vilket är positivt för den naturliga självreningen. (Ekologigruppen, 1995) Metoden medför även ett mer dynamiskt vattenflöde som gynnar vattenkvaliteten.

Ett annat sätt är att dela vattendraget och låta vattenfåror löpa två eller flera vägar. Det kan göras på många olika sätt beroende på vilket uttryck man vill åt.

Fördelar med förlängning av vattenfåran:

- fördröjning
- volym
- vattenrening (förutsatt att det inte handlar om exempelvis kanalsystem uppbyggda av hårdgjorda material)

## 4. Vattenmagasin

Med vattenmagasin skapar man volym åt vattnet. Det finns många olika sätt att gestalta vattenmagasin på och de kan vara av olika storlek. De kan ha mer flytande gränser eller distinkta kanter. Syftet är att de kan ta upp vatten när vattenståndet är högt i vattendraget. Genom inplantering av växter kan man skapa olika typer av biotoper men man kan också skapa vattenmagasin av mer arkitektonisk karaktär med solida konstruktioner och på så sätt forma olika typer av dammar.

Vattenmagasin kan också vara av våtmarkskaraktär som sumpskogar, kärr och översvämningsängar. Dessa har inga stora djup men kan genom stora arealer ta upp mycket vatten. Samtidigt innehåller de mycket växter som sammantaget

kan ta upp stora mängder vatten.

Fördelar med vattenmagasin:

- ökad volym
- (- fördröjning)

## 5. Vegetation

Växter är effektiva på att ta hand om vatten genom sin uppsugningsförmåga och är på så sätt lämpliga att använda i miljöer som stundtals är belastade med stora vattenmängder. Som enda åtgärd vid en översvämningsdrabbad plats kan denna strategi emellertid vara otillräcklig och behöva kompletteras med andra åtgärder. Växter är bra ur flera aspekter, som nämnts tidigare, nämligen att de renar vatten och fördröjer vatten genom att skapa fysiskt motstånd. De kan vara visuellt tilltalande, dofta, de är levande, lockar till sig djur och rör sig med väder och vind. De kan också stabilisera mark som annars riskerar att erodera.

Vattenväxter har stor påverkan på vattenkvaliteten och genom att använda både flytbladiga växter samt undervattens- och övervattensväxter skapar man förutsättningar för ett friskt vatten. Det finns egentligen inga regler för hur man ska plantera ut växterna. Det handlar till stor del om vilken typ av miljö man vill skapa och vilket uttryck man vill att miljön ska ge.

Som exemplen visade kan man både ha flytande vegetation eller vegetation på intilliggande ytor utmed vattendrag. Olika vattenväxter växer på olika djup

I Malaga finns stora solida fördämningar av betong. Fördämningar kan vara av olika storlek. Det handlar om att de ska passa och vara proportionerliga vattendragets storlek och vattenflöde. Intressant var att befolkningen i Malaga hade hittat sätt att använda den torrlagda flodbädden. Den annars täta staden erbjöd plats för lek. Det är som tidigare nämnts viktigt att ytan fungerar då vattenståndet är lågt eller obefintligt.



Malaga, 2011



Malaga, 2011

och här finns möjligheter till att skapa mycket spännande miljöer.

Fördelar med vattenväxter:

- fördröjning
- vattenrening
- biologisk mångfald

## 6. Vidga vattenfåran

Genom att vidga vattenfåran skapar man mer volym i vattendraget. Branta slänter ökar dessutom risken för erosion och det är därför bättre med mer sluttande slänter där vatten kan infiltrera. Slänterna kan man plantera med vegetation och på så sätt också möjliggöra att vatten tas upp av växter. Man kan naturligtvis bredda vattendraget men mer intressant är just hur man kan arbeta med vattendragets slänter. Exempelen som jag tidigare beskrivit visar hur man kan skapa naturligt sluttande slänter och terrassera marken. Fördelen med terrassering är att det är lätt för människor att komma nära vattnet oavsett vilken vattennivån är.

Fördelar med att vidga vattendrag:

- lättare att komma nära vattnet
- ökad volym

(- fördröjning) Vatten kan fördröjas om det finns vegetativa ytor längst med slänterna där vatten kan infiltrera genom växternas fysiska motstånd.

*Många gånger räcker inte en specifik åtgärd för att komma till rätta med översvämningsproblematik. Exempelvis kan vissa fördröjnings- eller växtinriktade åtgärder ensamma vara otillräckliga. Mer kraftfulla åtgärder eller en kombination av flera mindre åtgärder kan då behövs.*

*Längre fram diskuteras vilka metoder som är lämpliga för gestaltning av Risebergabäcken.*



# ARBETSOMRÅDET

---

DEL 4

## VAL AV ARBETSOMRÅDE

### Översvämningsrisker utmed bäcken

*I Malmös miljöprogram 2003-2008 bedömdes Risebergabäcken ha mycket höga naturvärden. (Malmö stad, odat.) Min upplevelse av bäcken är snarare att den är mycket försummad och illa behandlad och utmed den finns många ytor som skulle behöva utvecklas. Den är, som tidigare beskrivet, utträtad och på många ställen undangömd och överväxt med vegetation.*

*Som grund till val av arbetsområde gjordes en inventering av bäcken för att få bättre förståelse för hur den ser ut och fungerar. Jag har också haft samtal med yrkesföreträdare inom Malmö kommun. En karta från 1996, som visar beräkningar av översvämningsrisker utmed Risebergabäcken vid nederbördstillfällen motsvarande en 100- årssituation, har studerats. Den visar att översvämnningar av den graden kan drabba bäcken på flera platser, vilka visas på nästa sida. Andra faktorer i sammanhanget har värderats, exempelvis händelser som skett mellan 1996 och idag, samt de klimatförändringar som förväntas drabba Risebergabäcken i framtiden.*

*Här beskrivs potentiella områden att arbeta med utifrån översvämningsriskerna och inventeringen. Alla riskområden vid ett 100- årsregn diskuteras. Först beskrivs områden söderut och uppströms bäcken.*

#### 1. Fosieby Industriområde

Mark utmed bäcken vid Fosieby Industriområde har ringats in som riskområde för översvämnningar vid ett 100- årsregn. Här håller man emellertid i dagsläget på med att anlägga ett demonstrationsområde för öppen dagvattenhantering. (Malmö stad, 2011a) Dagvattenledning kommer att öppnas upp och dammar kommer att anläggas så att vattnet fördröjs och renas innan det når Risebergabäcken. Bäcken kommer dessutom att återmeandras. (Malmö stad, odat.) Projektet görs bland annat med målet att förbättra flödesförhållandena i Risebergabäcken. (VA Syd, 2010)

#### 2. Jägersro

Jägersro är ett annat område som riskerar att översvämmas vid ett 100- årsregn. Området som pekas ut är ganska stort. En del av området är privat mark och ägs av Jägersro trav & galopp som använder mark för bland annat galoppbanor. (Mattsson, A., pers. medd., 2011)

#### 3. Jägersro- Husie mosse

Mellan Jägersro och Husie mosse finns också ett område som markerats som riskområde för översvämnningar vid ett 100- årsregn. Emellertid tillkom Husie mosse 1997. Husie mosse syftar till att fördröja vatten till Risebergabäcken och ligger en liten bit uppströms det markerade området vilket innebär att området idag bör vara mindre belastat än vid bedömningen 1996.

#### 4. Bulltofta rekreatiomsområde

Det finns även ett litet område vid Risebergaparken, som ligger angränsande till Bulltofta rekreatiomsområde, som riskerar att svämmas över vid ett 100- årsregn. (Sternier, E. et al., 1996) Enligt Milotti, tittar VA Syd på möjligheterna att bygga en våtmark här för att bromsa upp dagvattenflödet från närliggande bostadsområden. (Angel, C., 2008)

#### 5. Kulvertering

Mellan Bulltofta rekreatiomsområde och Valdemarsro koloniområde finns en sträcka som är kulverterad med stora hårdgjorda omkringliggande ytor. Här är marken klassificerad som privat (Mattsson, A., pers. medd., 2011).

#### 6. Koloniområdet vid Valdemarsro

Det var en artikel om koloniområdet vid Valdemarsro som delvis var upprinnelsen

till denna uppsats. I artikeln kunde man läsa att det 1988 var en stor översvämnning på platsen som resulterade i att man höjde slänterna kring bäcken och rensade upp skräp. 2007 inträffade en annan översvämnning på platsen som innebar stora konsekvenser för det närliggande kolonistugeområdet. En kolonistugeägare beskriver hur bäcken blev en flod som forsade fram och förstörde ett flertal stugor. Det hela resulterade i att många övergav dem. Främsta orsaken till översvämnningen 2007 anses vara att vattennivån i Sege å var så pass hög och att Risebergabäcken därmed blev uppdämd. Hela 80 stugor fick omfattande skador. (VA Syd, 2008) Milotti bekräftar att det är stor risk för marköversvämnning i nedströms del av bäcken. Han betonar den mark som ligger i närheten av mynningen till Sege å. Under de senaste 20-25 åren har bäcken svämmat över tre gånger vid Valdemarsros kolonistugeområde och man har sedan länge i princip bestämt sig för att valla in bäcken här, men det har ännu inte blivit gjort. (Milotti, S., pers. medd., 2011) )

### Planerad bebyggelse

Något man diskuterar i artikeln från 1996 är hur planerad exploatering skulle påverka översvämningsriskerna på de områden som riskerar att svämmas över vid ett 100- årsregn. Man hävdar att om all planerad exploatering genomförs, så kommer en mindre översvämnning inträffa vid Jägersro vid ett nederbördstillfälle motsvarande ett 5-10- årsregn. Vid ett 100- årsregn kommer samtliga översvämningsområden att förstöras något. Sternier med flera hävdar att exempelvis trög dagvattenhantering, som de anser reducerar flödet avsevärt från områden med stora hårdgjorda ytor, i planerade områden inte skulle räcka för att förhindra okontrollerade översvämnningar vid en sådan situation. De anser även att flödet i bäcken måste utjämnas med exempelvis utjämningsdammar uppströms eller i anslutning till översvämningsområden. (Sternier, E., et al., 1996) Exploatering efter 1996 som eventuellt bidrar med ytterligare belastning



på Risebergabäcken är Yttre Ringvägen och Gyllins trädgårdar som i nuläget håller på att exploateras. (Mattsson, A., pers. medd., 2011) Yttre Ringvägen tillkom år 2000 med stora hårdgjorda ytor (Wikipedia, 2011b). I anknytning till Yttre Ringvägen finns emellertid dammar som tar hand om största delen av vattenmängderna. (Mattsson, A., pers. medd., 2011)

## Val av plats

De åtgärder som jag väljer att göra vid Risebergabäcken kommer inte att räcka för att Risebergabäcken ska fungera optimalt. De kommer snarare att vara en del i att minska belastningen på bäcken. Det finns framförallt tre grunder till mitt val av arbetsområde. Den ena är den samlade bild jag har fått av översvämningsproblematiken kring Risebergabäcken genom att läsa artiklar och diskutera med yrkesföreträdare på VA Syd och Gatukontoret. Den andra grunden är min egen inventering där jag har fått en visuell upplevelse av bäcken och dess omgivning, samt med hjälp av karta kunnat förstå omkringliggande verksamheter där svårigheter eller möjligheter har uppdagats. Den tredje är det topografiska och geografiska läget vid bäcken. Jag resonerar då kring hur förhöjda havsvattennivåer kan komma att påverka marker utmed Risebergabäcken. Detta dels i form av hur vatten tar sig in i staden samt hur grundvattnet påverkar bäckens angränsade ytor.

Jag har också vägt in rådande klassificering av mark. Mark klassificerad som allmän platsmark ägs av Malmö kommun. Vissa delar av Risebergabäcken är däremot privat mark vilket innebär att man måste ta hänsyn till och komma överrens med markägare om eventuella åtgärder, vilket kan göra lösningar mer komplicerade (Mattsson, A., pers. medd., 2011) Som tidigare nämnt är det exempelvis så vid den kulverterande delen av Risebergabäcken som ligger mellan Bulltofta rekreationsområde och Valdemarsro kolonistugeområde, samt vid Jägersro. Även om det fortfarande finns möjligheter att utveckla åtgärder på

## Teckenförklaring

-  område som riskerar att översvämmas vid 100-årsregn
-  potentiellt arbetsområde

Översvämningsområden togs fram genom en vattendragsmodell av Risebergabäcken i datorsystemet MOUSE och visar översvämningsområden som finns inom Risebergabäckens tillrinningsområde. Modellen hanterar både bäckens vattentransport och avrinningsområdets avvattnning till bäcken. Den visar inte mark norr om Staffanstorpsvägen, som ligger nära mynningen till Sege å. (Sternier, E., et al., 1996)

privat mark har jag valt att arbeta med allmän platsmark.

## Motivering:

Eftersom grundvattennivån troligtvis kommer att höjas vid stigande havsvattennivåer så kommer detta framförallt att drabba Risebergabäcken vid de nedstöms delarna. Det område som där är särskilt drabbat är Valdemarsro kolonistugeområde. Det ligger nära mynningen till Sege å som i sin tur mynnar ut i havet. Dessutom riskerar Sege å att vallas in vilket kommer att ställa höga krav på att vatten från Risebergabäcken och områden som har sin avrinning dit kan omhändertas inom vallarna. Valdemarsro kolonistugeområde har tidigare drabbats hårt av översvämnings. Jag ser en möjlighet i att omvärdera funktionen av området och skapa en intressant plats som hanterar förhöjda och samtidigt fluktuerande vattennivåer. Med eller utan kolonistugorna. Området så som det ser ut idag är inte hållbart. Kolonistugorna kommer drabbas av ytterligare översvämnings om inga åtgärder görs. Vattendragets uträtade fåra är inte ekologisk hållbar. Slänterna är drabbade av erosion och vatten kan inte renas.

Jag anser inte heller att det är hållbart att valla in området vilket, som tidigare nämnts, i princip redan är bestämt. Att valla in bäcken löser inte ekologiska problem. Man avskärmar sig från vattnet och får inte ta del av den potential materialet har för sinnliga upplevelser i landskapet. Sett i ett större perspektiv med klimatförändringarnas påverkan så bör man arbeta på andra sätt med mer kraftfulla åtgärder.

*På nästa sida presenteras arbetsområdet:*





## Illustrationsplan - befintlig miljö

Här visas arbetsområdet. Risebergabäcken sträcker sig mellan Valdemarsro kolonistugeområde i nord-sydlig riktning. Inom arbetsområdet finns också ett område med odlingslotter.

Markerat på illustrationsplanen finns angränsande bilvägar, cykel- och gångvägar (streckade linjer), samt topografi och träd.

Arbetsområdet angränsar till den kraftigt trafikerade Inre Ringvägen i väst, Vattenverket i nordväst, Valdemarsro bostadsområde och Vattenverksvägen i öst och verksamheter i form av bilprovning med mera i söder, där Risebergabäcken är kulverterad.

*Här näst följer analyser och områdesbeskrivningar. Först visas en karta över hur översvämningssituationen ser ut i området vid olika vattennivåer. Därefter följer en områdesbeskrivning som hanterar områden utanför arbetsområdet med avseende på tillgänglighet, samt karaktärer inom arbetsområdet och vid bäcken. Analyserna hanterar rumslighet & entréer, grönstruktur, barriärer, topografi.*





## ANALYSER & OMRÅDESBESKRIVNING

### Översvämningsscenarier

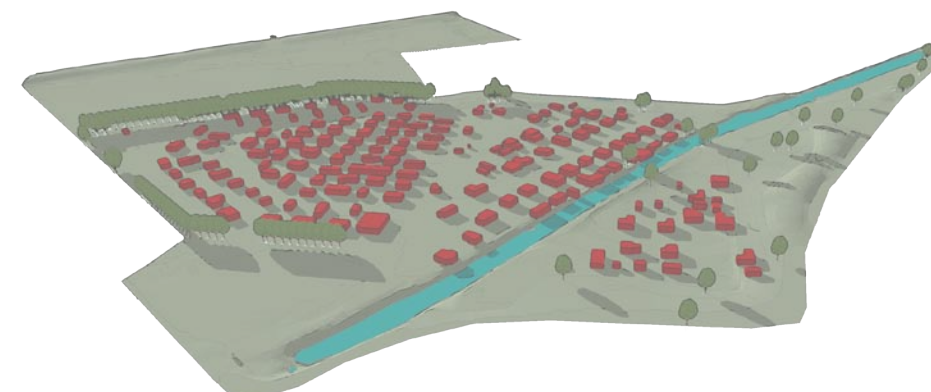
Här visas hur arbetsområdet översvämmas vid 1,33, 1,7 respektive 2,29 m. Beräkningar av översvämningsytor är framtagna av Jagaric, N., pers. medd., 2011. De hanterar endast havsvattennivåer och inte förhöjda grundvattennivåer, vilket skulle innebära ännu högre vattenstånd.

Man kan konstatera att vattennivåer på 1,33 meter innebär att vattnet hamnar väldigt nära vissa stugor men att det ändå håller sig inom vattendraget. Vid vattennivåer på 1,7 meter har norra delen av området och flera av stugorna svämmats över, medan övervägande stugor vid vattennivåer på 2,29 meter är dränkta av vatten.

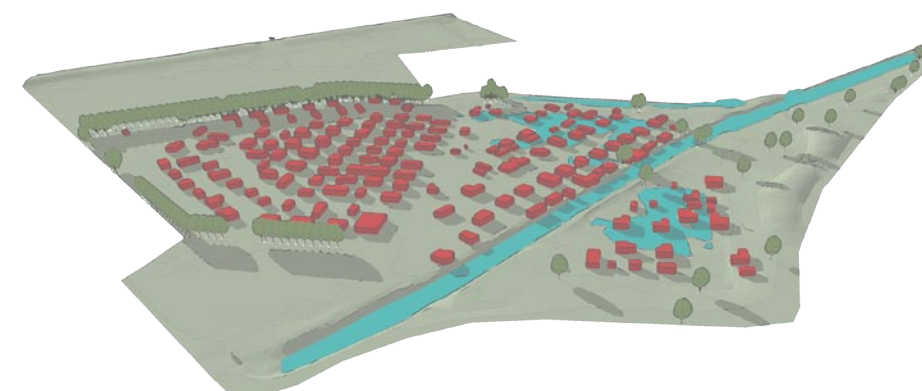
Exakta volymer för vattenmängder är inte beräknade. Områdets flacka karaktär innebär emellertid att mängderna skulle kunna kontrolleras om man arbetar med topografin, eftersom man på så sätt kan skapa volym åt vattnet.

Något som inverkar på hur kraftfulla åtgärder som behövs är om de planer Malmö stad har på att skapa kustskydd verkställs. Stängs havet ut kommer området inte drabbas av stigande havsvattennivåer. Det kommer däremot påverkas av stigande grundvattennivåer och behovet av att ta omhand dagvatten i Malmö blir större.

Min bedömning är att oavsett vad som sker krävs kraftfulla åtgärder i området.



Vattennivå på 1,33 m



Vattennivå på 1,7 m



Vattennivå på 2,29 m

## Tillgänglighet till arbetsområdet

För att få en uppfattning om potentiella besökare till platsen har följande undersökts: Vilka bostadsområden finns i närheten? Finns det parker som kan kopplas till platsen genom rekreationsstråk? Hur är gång- och cykelvägar är kopplade till platsen?

För att undersöka frågorna inventerades vad som finns runt Valdemarsro inom en radie av 500 respektive 1000 meter. Avstånden är valda utifrån vad jag själv anser rimligt när det gäller gång- och cykelavstånd. 500- meters radien visar vilka områden som ligger i arbetsområdets direkta närhet och varifrån man genom en kort promenad kan nå området. 1000- meters radien visar vad som ligger i arbetsområdets närhet men varifrån det kan krävas en längre promenad eller cykeltur för att nå fram. Jag gjorde inventeringen genom rita ut radiena på en karta och sedan cykla runt och anteckna vad som fanns. Jag valde att rita ut hela parker som ligger inom radien för att också kunna jämföra hur stora dessa parker är jämfört med mitt arbetsområde. Det gav mig bättre förståelse för arbetsområdets skala. Nedan följer sammanställningen av inventeringen.

### Cykel- och gångvägar

Det finns mycket bra cykelförbindelser till området. De är bra ända från centrum och genom tydlig skyltning är det också enkelt för personer som inte känner till omgivningarna sedan innan att ta sig till området.

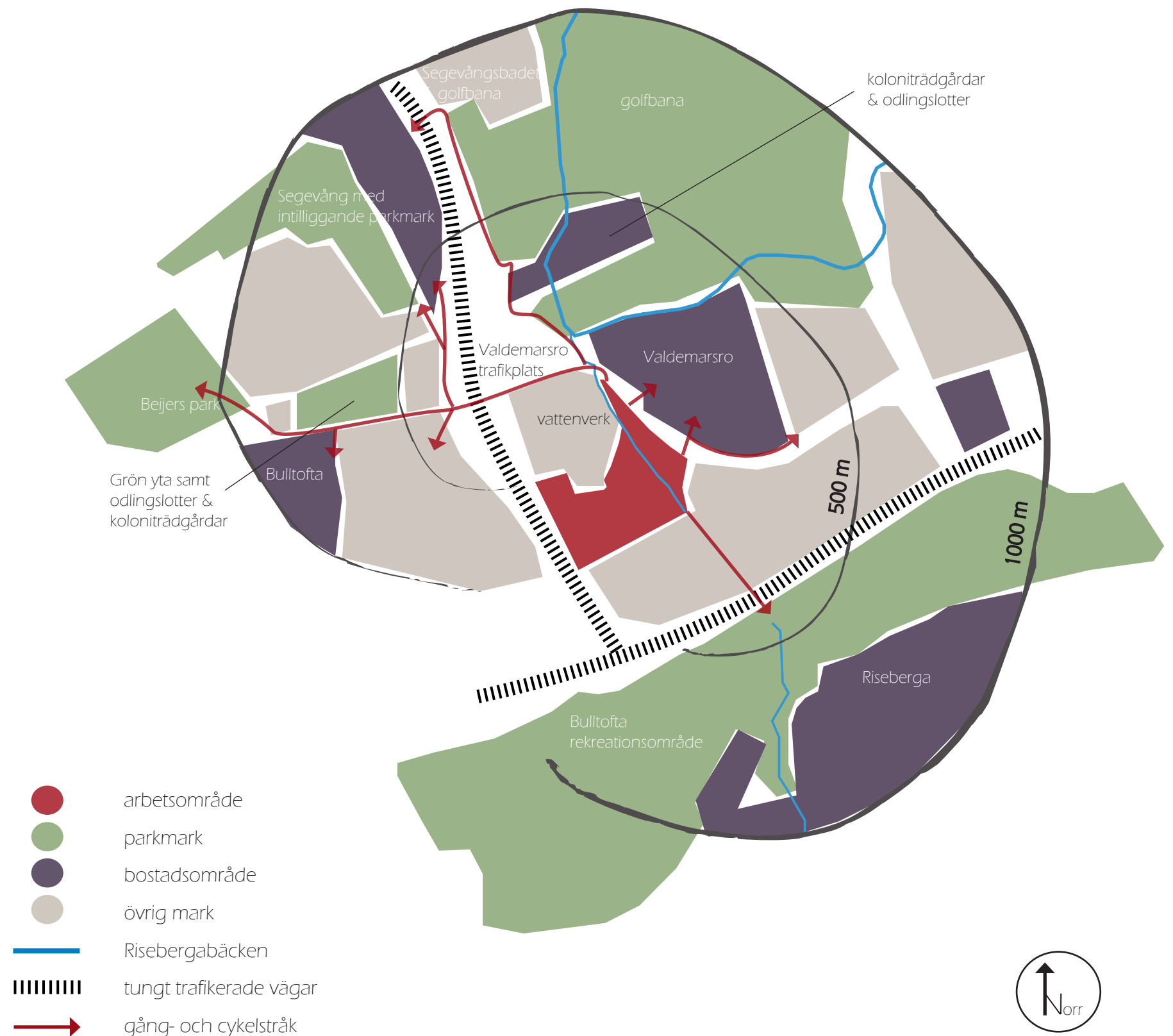
Trots att cykelvägarna är mycket funktionella är de inte så roliga att cykla på. Detta beror framförallt på Inre Ringvägen som går utmed arbetsområdets västra och södra del. Det är en ljudmässig och visuell barriär framförallt vid de västra delarna där området är utsatt för tung trafik. Trafikplats Valdemarsro upptar särskilt stor plats med denna tunga trafik.

### Valdemarsro

Valdemarsro är ett villaområde som ligger i direkt angränsning till arbetsområdets östra sida. En barriär mellan de två är Vattenverksvägen som är relativt trafikerad men utan tyngre fordon.

### Riseberga

Riseberga är ett annat villaområde som ligger på andra sidan Bulltofta rekreationsområde. En gång- och cykelväg leder mellan Riseberga och arbetsområdet. Det är till största del ingen kvalitativ stäcka. Dels är vattendraget kulverterat från arbetsområdet och fram till Bulltofta rekreationsområde, dels domineras sträckan av hårdgjorda ytor, där finns ingen vegetation att tala om och den trafikerade Inre Ringvägen separerar de två.







Bulltofta rekreatiomsområde, 2011



Beijers park, 2011

## Segevång

Segevång är ett område som består av bostäder och olika verksamheter. Där finns också ett villaområde som ligger intill Inre Ringvägen men som skiljs från den trafikerade vägen genom vallar. Det finns relativt många gröna ytor i området, framförallt tack vare Sege park som sträcker sig genom området. Cykelvägen hit domineras av den kraftigt trafikerade trafikplatsen i Valdemarsro.

## Bulltofta

Bulltofta är ett villaområde som man kan nå genom en välfungerande cykelväg som löper utmed en ganska tråkig sträcka.

## Parker

De finns två intressanta parker inom radien, nämligen Beijers park och Bulltofta rekreatiomsområde. Bulltofta rekreatiomsområde ligger närmast och är en stor, mycket uppskattad park. Det är dessutom världens första park som så långt det är möjligt sköts på helt ekologiska grunder. Gräsklippningen sker med hjälp av två ardennerhästar genom att de drar ett klippaggregat. Där finns också kor som betar på vissa delar för att hålla vegetationen nere. Det är sex kvigor av rasen Charolais. (Mattsson, A. & Pettersson P., odat.)

Beijers park är en trevlig lite mindre park, ungefär i samma storlek som arbetsområdet. Gång- och cykelvägen dit är i stort sätt samma som går till Bulltofta bostadsområde.

## Områdesbeskrivning

### Kolonistugor & odlingslotter

Det som till största del sätter sin prägel på området är koloniverksamheten. Inom arbetsområdet finns 89 kolonistugor och koloniområdet är med sina 100 år bland de äldsta i Sverige. Koloniområdet drivs av Malmö kaninavelsförening

och Bulltofta koloniförening. (VA Syd, 2008) Inom arbetsområdet finns även odlingslotter och sammantaget upptar dessa typer av kolonier största delen av arbetsområdets arealer.

Koloniträdgårdsrörelsen uppstod i Tyskland under 1800- talet med syftet att ge möjlighet för en växande befolkning att i högre grad vara självförsörjande. De första koloniträdgårdsområdet anlades 1895 vid Pildammarna. Sedan dess har intresset stundom varit svalt för att öka under 1970- talet. En koloniträdgård består av en jordlott med en yta på 200- 500 m<sup>2</sup> som får bebyggas med en kolonistuga, förråd och ett enklare växthus. En mindre jordlott utan byggrätt kallas odlingslott. Organisationen för ett koloniträdgårdsområde sker i en koloniträdgårdsförening, som arrenderar marken av exempelvis kommunen. Föreningen har det praktiska ansvaret för områdets skötsel. Kolonistugan är en mindre byggnad som varierar i funktion och storlek. Kolonistugeområdet vid Valdemarsro betecknas som Malmö kaninavelsförening. Djurkoloniområden är områden där kolonisten ska hålla djur. Det fanns emellertid inte någon som höll djur i Valdemarsro år 2008 då rapporten skrevs och min uppfattning är att det är likadant idag.

Efter översvämningen som uppstod 2007 har skadestånd inkommit till kommunen. Fastighetskontorets ställningstagande är att koloniområden endast är uteslutande för koloniträdgårdssändamål och rekreation. Områdena är inte terrasserade och kan inte jämföras med ett villaområde. Marken är inte höjdsatt för att kunna avvattna alla tomter, områdena är inte dränerade i tillräcklig omfattning och de dagvattenledningar som är lagda är inte dimensionerade för att ta hand om stora mängder dagvatten. Eventuella avvattningsarbeten för att undvika framtida översvämningar ingår inte i Fastighetskontorets åtagande. (Morfiadakis, E., 2008)

Kolonistugeområdet är alltså inte dimensionerat för större vattenmängder än normalståndet och frågan är om kolonistugorna kan vara kvar i ett framtida klimat med stigande havsvattennivåer och mer intensiva regn.

## Bäckens karaktär

Bäcken är till största del överväxt med vegetation. På vissa ställen är den koncentrerad till grupper. Det är framförallt denna otillgänglighet som präglar vattendraget. Man får på de flesta platser tränga sig in bland buskar och snår för att kunna uppleva vattnet.

Där kulverteringen öppnar upp sig växer lägre vegetation och det är på så sätt mer öppet där.



## Inblickar i området

Här visas olika delar av arbetsområdet. Bilderna är markerade på kartan nedan.



2. Odlingslotter & Vattenverket i bakgrunden.



5. Utlopp till bäcken.



3. Cykelväg & Vattenverksvägen till höger.



6. Bäckens bruna vatten.



1. Vattenverket. Man kan tydligt se dess ljusgula byggnader från arbetsområdet. Mellan arbetsområdet och Vattenverket går ett stängsel som separerar markerna.



4. Kulvertering öppnar upp sig.



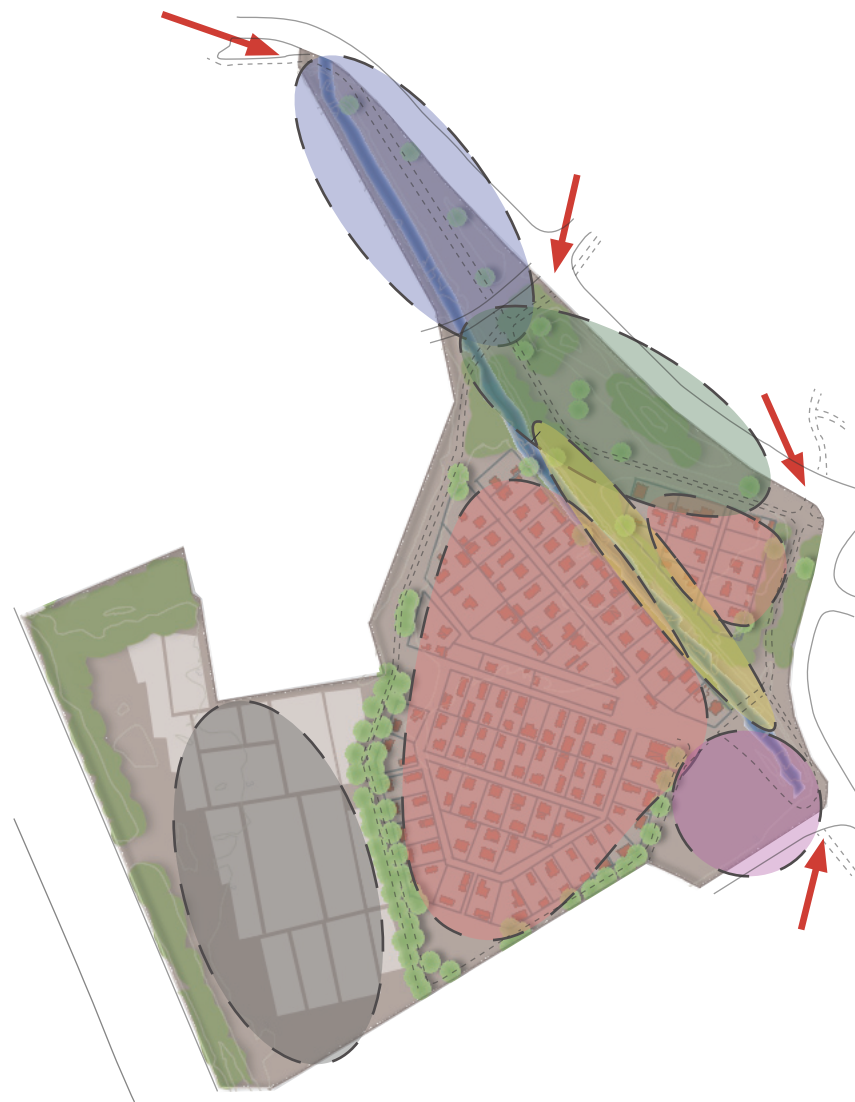
7. Bäckens undangömd av vegetation.



## Rumslighet & entréer

Här är området indelat utifrån olika karaktärer.

- smalt, rak cykelväg längs med Risebergabäcken
- kuperat, cykelväg bland grönska
- kolonistugor
- Risebergabäcken inklämd bland kolonistugor
- odlingslotter
- parkering
- entréer



## Grönstruktur

Träd- och buskrader följer runtomkring koloniområdet. Vegetation finns också utmed bäcken samt mot Inre Ringvägen och Vattenverksvägen. Utmed kolonistugeområdet växer träd och buskar i tydliga rader medan det på övriga platser är mer friväxande vegetation. Utmed bäcken är det snårigt vilket gör det svårt att komma nära.

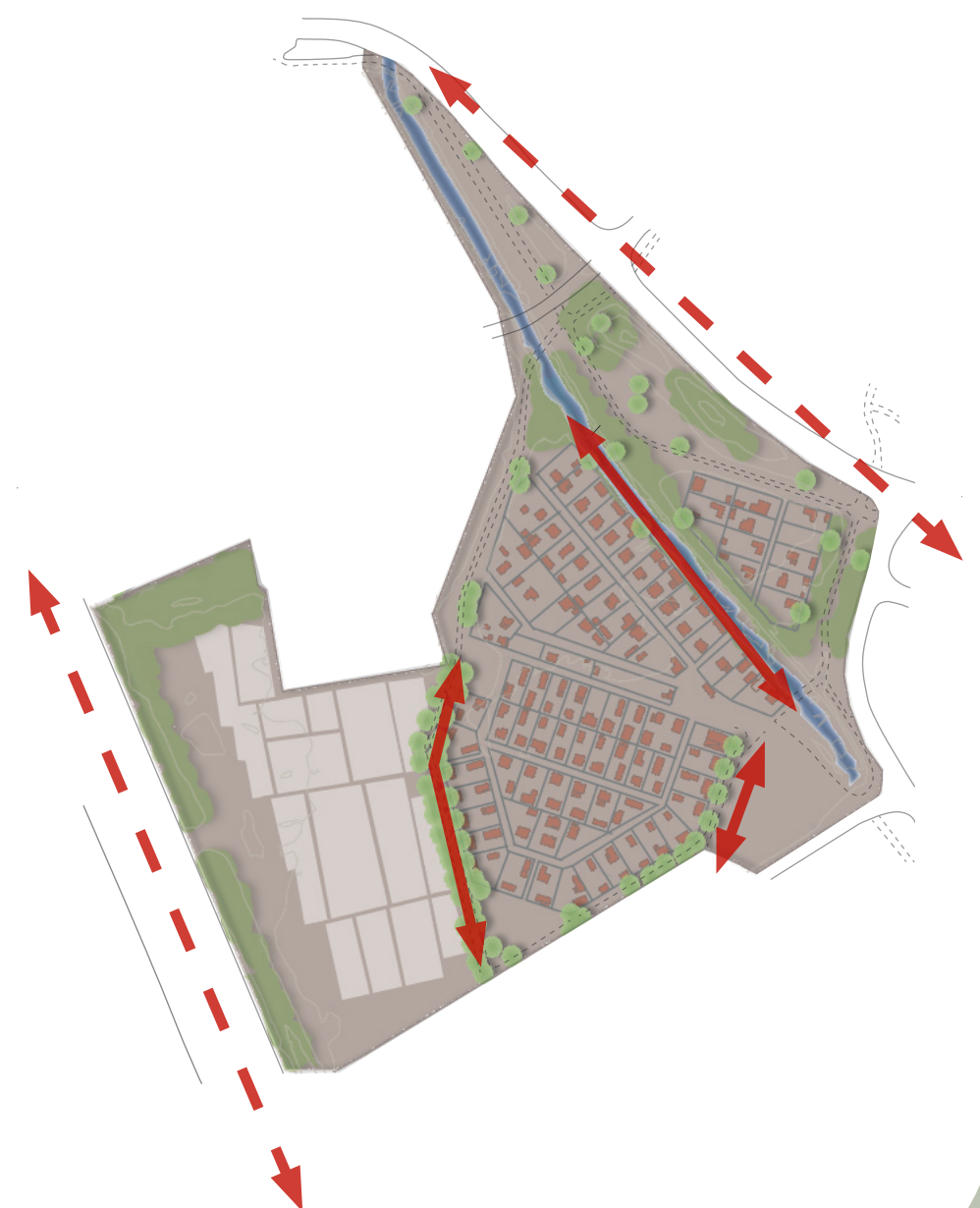


## Rörelse, barriärer & störningar

Fysiska barriärer inom området är framförallt Risebergabäcken men också strukturen av kolonistugeområdet. Detta styr i hög grad också rörelsemönstren inom området och bidrar till att man uppmuntras att röra sig mer i nord-sydlig riktning och mindre i öst-västlig.

Området är relativt avgränsat på grund av de omkringliggande verksamheterna, som tidigare beskrivits. Inre Ringvägen och Vattenverksvägen tillför ljudmässiga störningar som påverkar området mycket negativt.

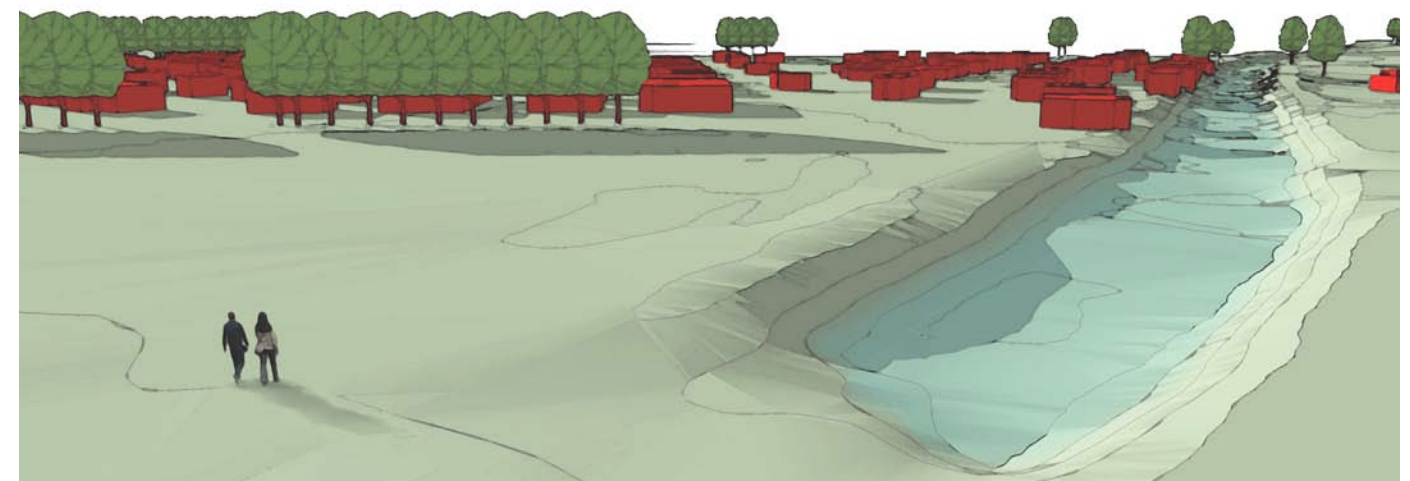
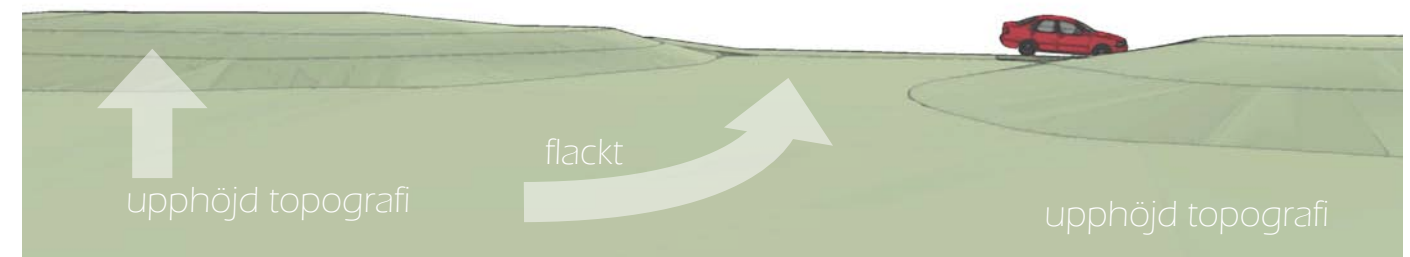
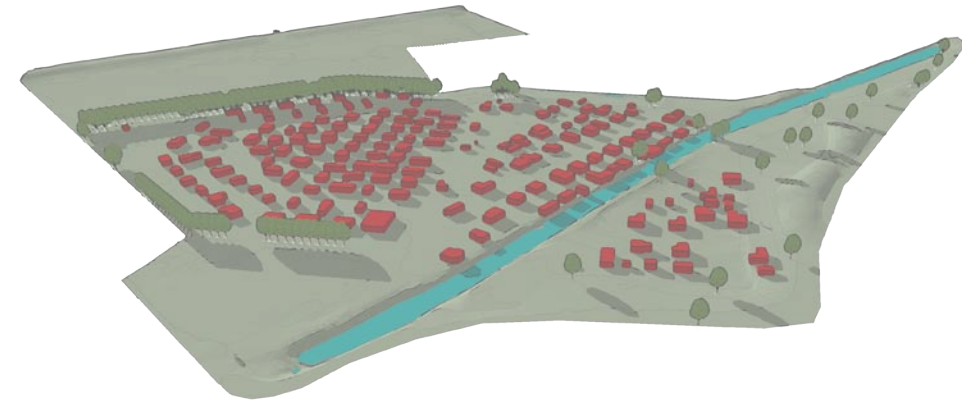
- ljudmässiga störningar
- fysisk barriär inom området



## Topografi

Topografin i arbetsområdet är relativt flack. Här visas tre nedslag där terrängen avviker något. Platserna är markerade på plan och 3D-illustration.

1. Det finns idag en upphöjnad intill Inre Ringvägen som kan vara ett resultat av att man har försökt minska bullerstörningar från dess tunga trafik. På ett ställe är det emellertid flackt och där uppenbarar sig biltrafiken visuellt.
2. Även intill Vattenverksverksvägen är terrängen upphöjd. Här är det mjukt kuperat och det finns även en del växtlighet som bidrar till att minska upplevelsen av vägen.
3. Här öppnar bäckfåran upp sig efter kulverteringen i söder. Man ser hur rakt vattendraget går genom området. På nästa sida visar jag tvärsektioner av vattenfåran vilka ger en tydligare bild av slänternas lutning och vattenfårans storlek.



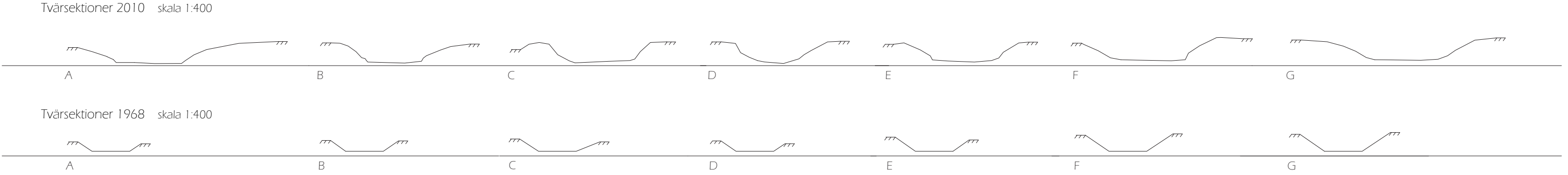
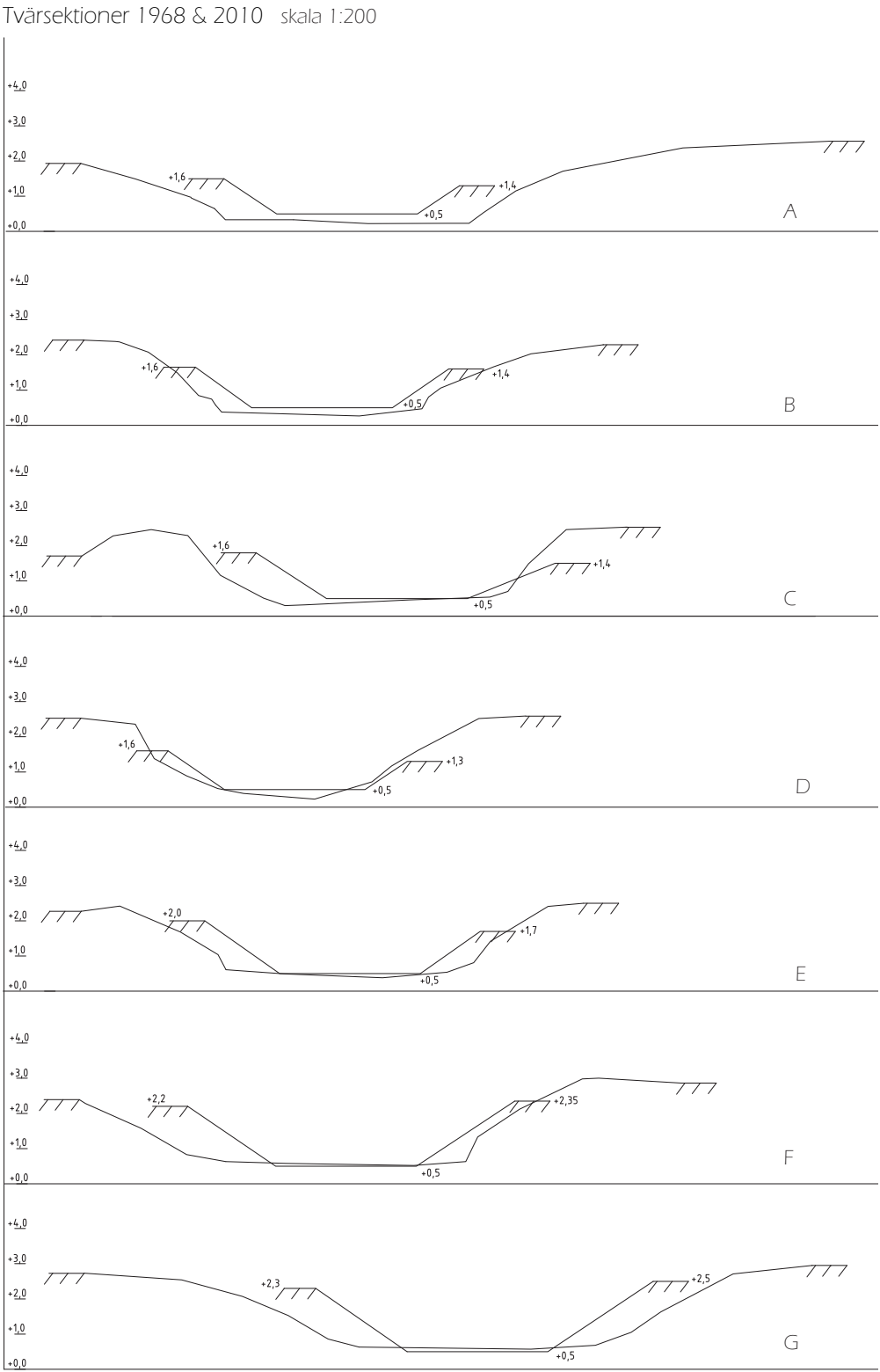


Vattenfåran

Tvärsektionerna visar hur vattendraget ser ut idag och hur det har förändrats sedan en mätning från 1968. Till höger ser man de två tvärsektionerna tillsammans. Slänternas höjder varierar idag mellan knappt 0,2 meter upp till drygt 2,5 meter över havet. Slänternas högsta och lägsta lutning 2010 är 66,7 % (tvärsektion C) och 34 % (tvärsektion G).

Vattnets dynamik uppenbarar sig när man ser hur vattenfåran har förändrats under de drygt 40 åren. Vattendraget har både genom mänsklig påverkan samt erosion förändrats och ökat i volym. Fler hårdgjorda ytor i vattendragets avrinningsområde har bidragit till större belastning på vattendraget genom de allt större vattenmängderna som måste magasineras. Den volymökning av vattenfåran som skett har uppenbarligen varit otillräcklig då vattendraget idag är drabbat av översvämningsproblematik.

Högsta vattennivån i Sege å strax nedströms Valdemarsro har uppmätts till 2,39 meter. (Milotti, S., pers. medd., 2012)





# GESTALTNINGSFÖRSLAG

---

DEL 5

## ARBETSPROCESS

### Metoder att gå vidare med

Tidigare i uppsatsen har metoder som hanterar översvämningsproblematik identifierats. Metoderna omfattar sätt att skapa volym åt vattnet, fördröja det att nå den översvämningsbenägna platsen eller att reducera vattenmängder att nå platsen genom växters upptag av vatten.

Metoderna är följande:

1. Lokalt Omhändertagande av Dagvatten (LOD)
2. Fördämningar
3. Förlängning av vattenfåran
4. Vattenmagasin
5. Vegetation
6. Vidga vattenfåran

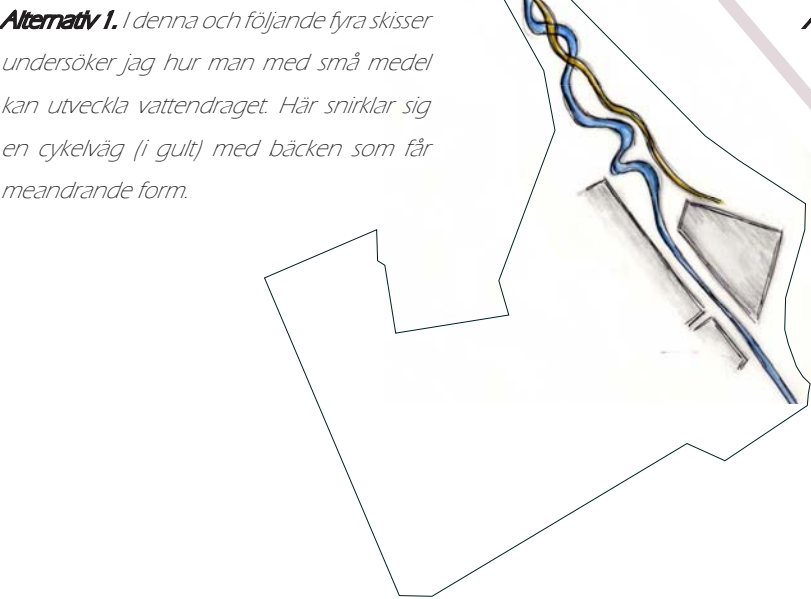
Metoder intressanta för uppgiften utifrån dess avgränsningar är de som innebär direkta åtgärder på den översvämningsdrabbade platsen och inte fördröjningsåtgärder eller så kallade indirekta åtgärder. Lokalt omhändertagande av dagvatten är en fördjörningsåtgärd som därmed inte är aktuell. Att ta hand om vatten lokalt inom Risebergabäckens avrinningsområde är emellertid mycket viktigt. Tillämpas det utbrett kan det bidra med stor reduktion av vatten på arbetsområdet samtidigt som vatten renas. Att skapa fördämningar är en metod som till största del också är en fördröjningsåtgärd. Eftersom arbetsområdet är relativt flackt kommer inte en fördämning att minska översvämningsproblematiken på området och inte heller användas utifrån det syftet.

Metoder som jag går vidare med och undersöker om de kan integreras i gestaltningen är följande: 3 - förlänga vattenfåran, 4 - vattenmagasin, 5 - vegetation, 6 - vidga vattenfåran.



*Sidorna som följer visar skisser där lösningar på den övergripande strukturen i området testas. En viktig fråga att ta ställning till har varit hur kolonistugorna ska hanteras.*

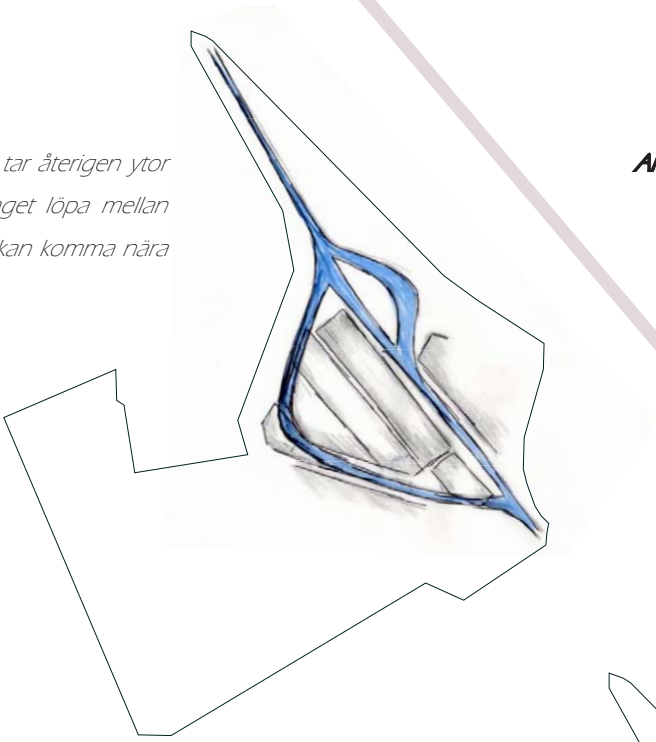
Skisser - övergripande struktur



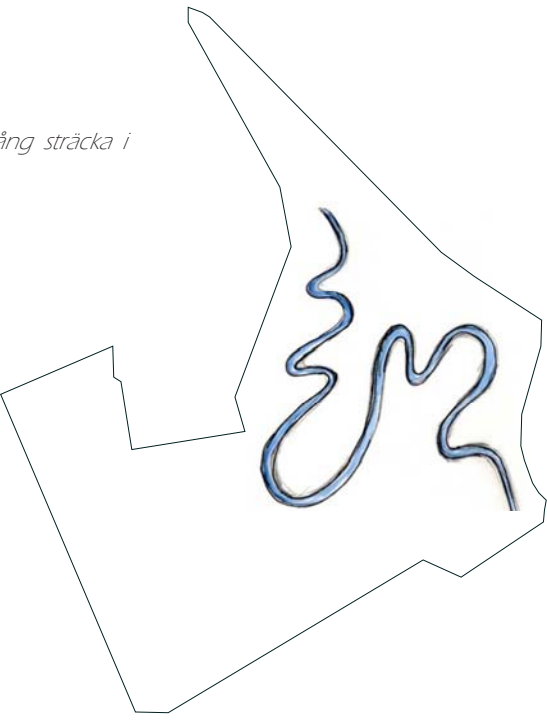
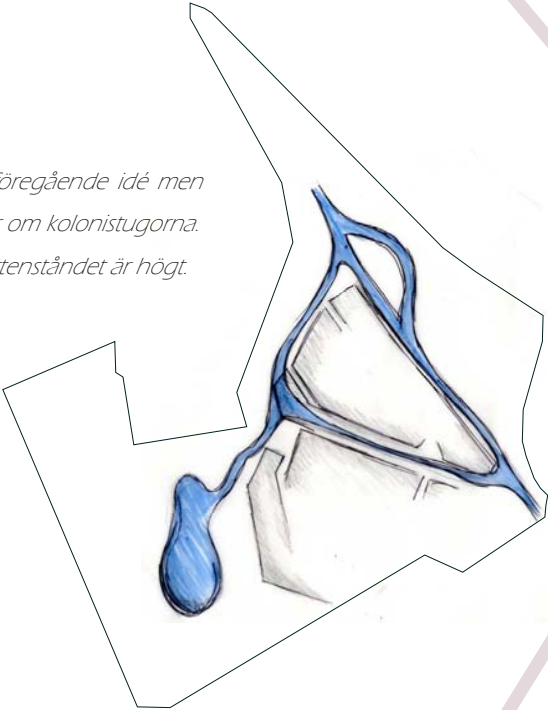
**Alternativ 1.** I denna och följande fyra skisser undersöker jag hur man med små medel kan utveckla vattendraget. Här snirklar sig en cykelväg (i gult) med bäcken som får meandrande form.



**Alternativ 4.** Jag låter vattendraget dela på sig och tar återigen ytor från kolonimarkerna. Genom att låta vattendraget löpa mellan kolonistugorna finns fler ytor där människor kan komma nära vattnet.



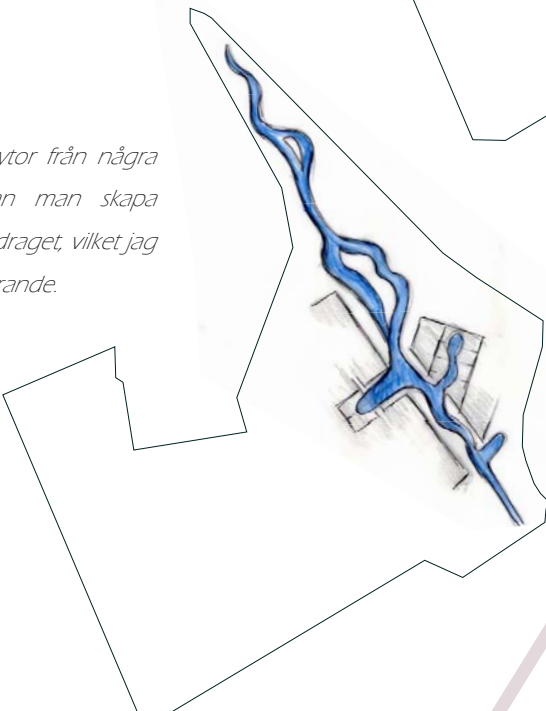
**Alternativ 5.** Jag spinner vidare på föregående idé men lägger till ett vattenmagasin väster om kolonistugorna. Här kan vatten fylla upp då vattenståndet är högt.



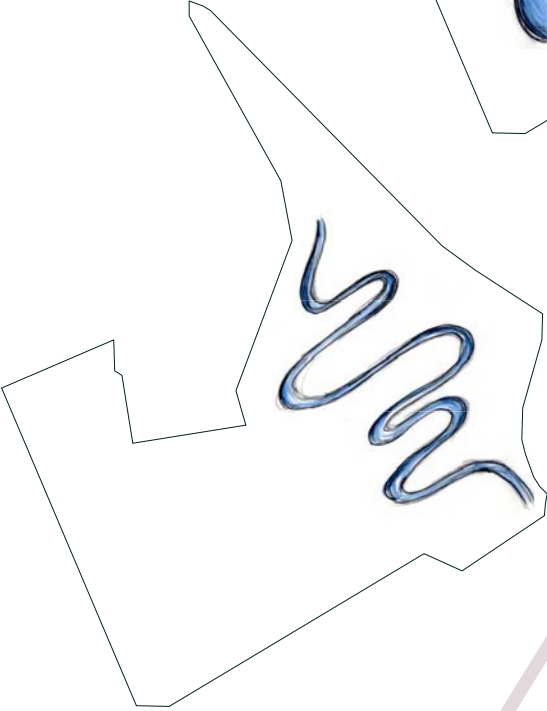
**Alternativ 7** Vattendraget meandrar utmed en lång sträcka i området och tar upp relativt stor yta.



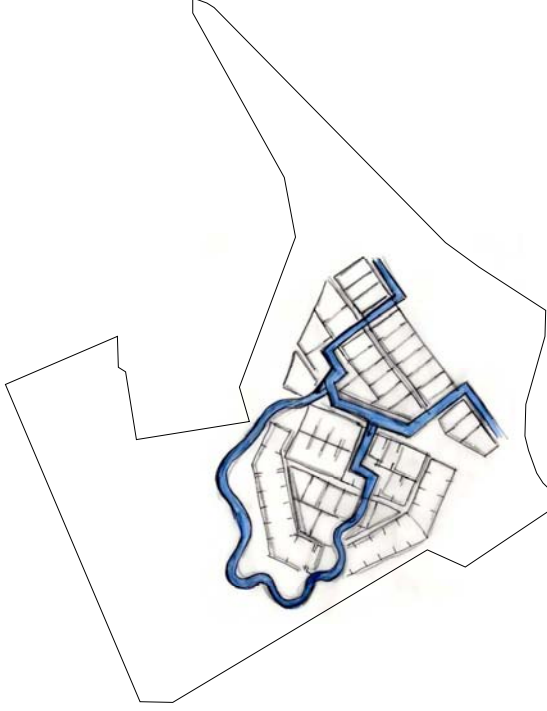
**Alternativ 3.** Genom att ta ytor från några av kolonistugemarkerna kan man skapa vattenmagasin utmed vattendraget, vilket jag också har gjort något meandrande.



**Alternativ 6.** Här meandrar vattendraget regelbundet genom området. Ingen hänsyn tas till kolonistugor, inte heller i följande alternativ.



**Alternativ 8.** Här har jag som kontrast till naturligt meandrande former skissat på ett kanalsystem med geometriska former. De flesta kolonistugorna bibehålls och vattendraget tar sig fram mellan dem. Den meandrande delen av vattendraget fylls på vid behov. Många stugor hamnar på detta sätt nära vattnet.

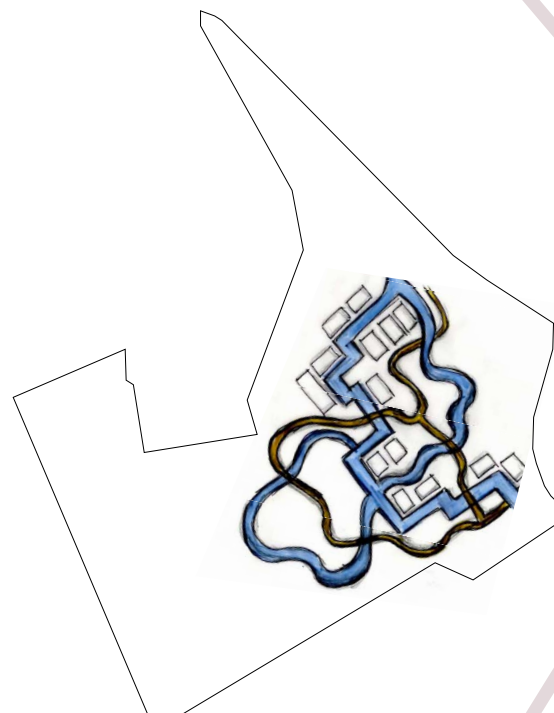




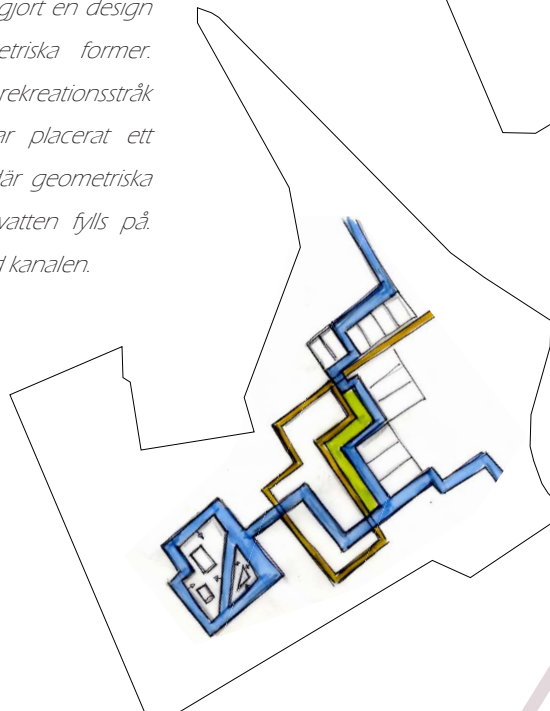
**Alternativ 9.** I detta alternativ spränger jag upp bland kolonistugorna för att öka tillgänglighet till bäcken i området. Ytor finns där vatten kan fylla upp när det stiger (se pilar). Översvämningsängar finns i väst (grön yta) medan skogsplantering finns i söder och mot Inre Ringvägen där också topografin är förstärkt.



**Alternativ 10.** Precis som i alternativ 8 kombinerar jag här geometriska former med mer naturliga. Jag låter rekreationsstråk snirkla sig runt vattenfåran. Här och i resterande alternativ finns inga kolonistugor kvar. I detta förslag placerar jag istället ut kolonilotter utmed vattenfåran. Detta eftersom en kolonilott inte tar samma skada som en stuga vid översvämning.



**Alternativ 11.** Här har jag gjort en design med uteslutande geometriska former. Våtmarker (i grönt) och rekreationsstråk (i orange) finns. Jag har placerat ett vattenmagasin i sydväst där geometriska mönster framträder när vatten fylls på. Kolonilotter placeras utmed kanalen.



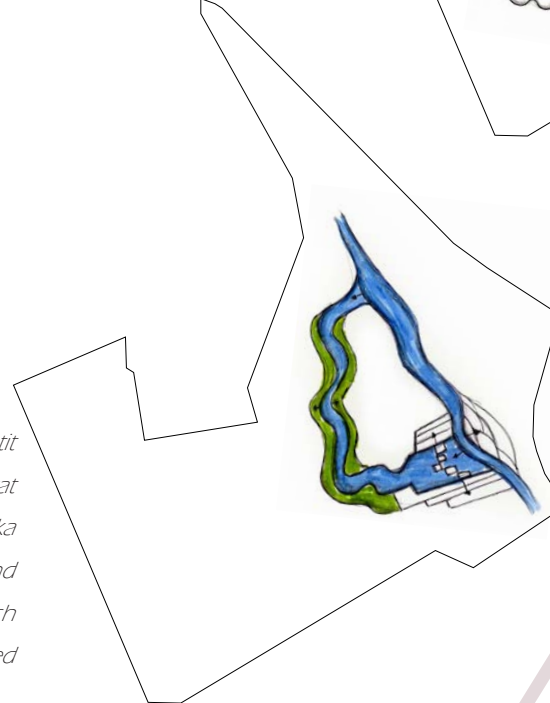
**Alternativ 12.** Jag har i detta alternativ skapat våtmarker (i grönt) med idén om ett geometriskt gångsystem som löper över de vattendränkta miljöerna. Jag tar ingen hänsyn till kolonistugorna och utvecklar rörelsen i öst-västlig riktning. Här placeras kolonilotter som en ö i vattnet.



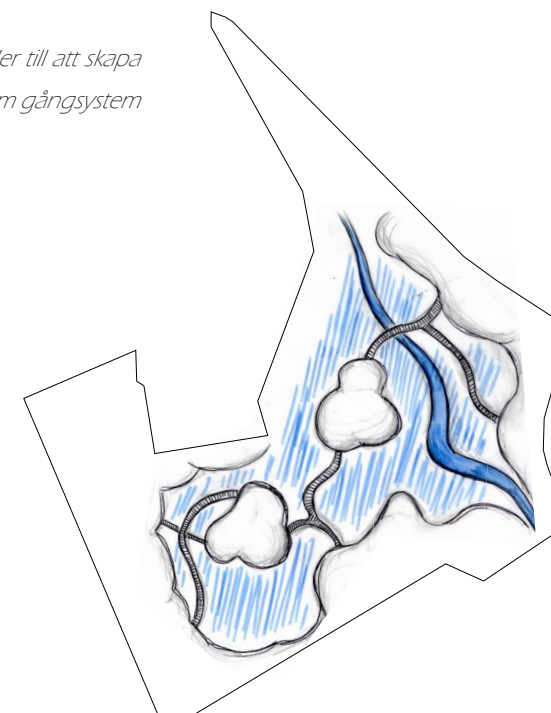
**Alternativ 13.** Jag utvecklar här geometriska/naturliga former. De geometriska formerna är inte vinkelräta. I vinklarna har jag skapat bryggor som blir till sittplatser. Precis som i alternativ 11 finns vattenmagasin i sydvästra änden som fylls upp i olika vattennivåer.



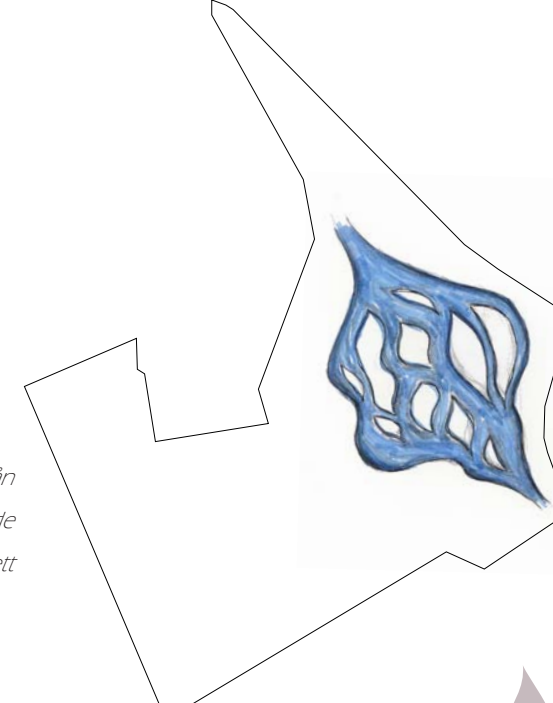
**Alternativ 14.** Här har jag låtit vattendraget dela sig. Jag har arbetat med ytor utifrån att de befinner sig på olika nivåer och fylls upp beroende på vattenstånd (se pilar). Terrasser finns i olika former och våtmarker/sluttande slänter (i grönt) utmed vattendraget.



**Alternativ 15.** I detta alternativ har jag använt stora arealer till att skapa översvämningsängar och öar som man kan nå genom gångsystem på spänger.

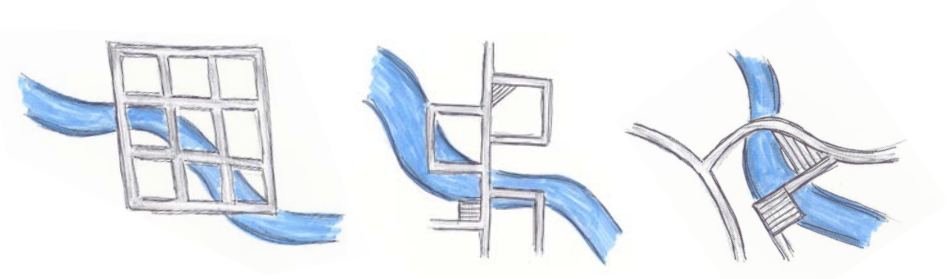


**Alternativ 16.** Med inspiration från deltaområden och så kallade flätade vattendrag har jag här skissat på ett dynlandskap.



## Spångssystem

Jag inspirerades av spångssystemet i Kristianstad Vattenrike och den upplevelse av vatten som skapades genom rekreativstråket. Ur alternativ 12 (se föregående sida) skissade jag vidare på hur ett spångssystem skulle kunna utformas. Idén var först att genom geometriska former kontrastera mot den friväxande vegetativa miljön. Jag testade därefter att skapa mer mjuka former och placera ut viloplatser utmed spängerna.



## Övergripande struktur

### Kolonistugor

Eftersom stora vattenmängder kommer tillföras arbetsområdet i ett framtida klimat är det inte hållbart att behålla kolonistugorna i den utformning som är idag. Det krävs nya tankar kring hur området ska användas och det kommer behövas kraftfulla åtgärder. Att anpassa vattendraget helt efter kolonistugorna är därför inget alternativ. Mitt förslag är att behålla några av de kolonistugor som ligger i utkanterna av Risebergabäcken för att på resterande ytor skapa plats för vattnet. Det kommer alltså öppnas upp kring vattendraget så att stugor som löper större risk för översvämning och som ligger närmast försvinner samtidigt som tillgänglighet till bäcken skapas. Val av kolonistugor som försvinner bestäms också utifrån om rörelse i öst-västlig riktning kan utvecklas så att området blir mindre av en transportsträcka mellan norr och söder.

### Volym

Vattendraget förlängs genom att det utformas med meandrande former och vattnet får på så sätt tillgång till större volymer. Som tidigare nämnt sker meandring naturligt i naturen och så gjorde även Risebergabäcken innan rationaliseringarna under 1800-talet tog fart. Genom att återskapa denna form skapas förutsättningar för ett friskt vatten.

Vattnet följer vid lågt eller normalt vattenstånd den meandrande huvudfåran. Ytterligare volym finns på olika ytor utmed vattendraget. Där kan vattnet fylla upp när vattennivån stiger och på så sätt avvika från huvudfåran. Ytorna är i form av våtmarker, vattenmagasin och terrasser.

### Vegetation

Vegetativa miljöer är utöver en metod att minska översvämningsproblematiken något som kan tillföra många andra värden som rekreativa, minskning av

bullerstörningar och reduktion av vind. De kan också bidra med att skapa biologisk mångfald och ett friskare vatten. I mitt förslag finns vegetation som tidigare nämnt i form av våtmarker men även flytande i vattendraget.

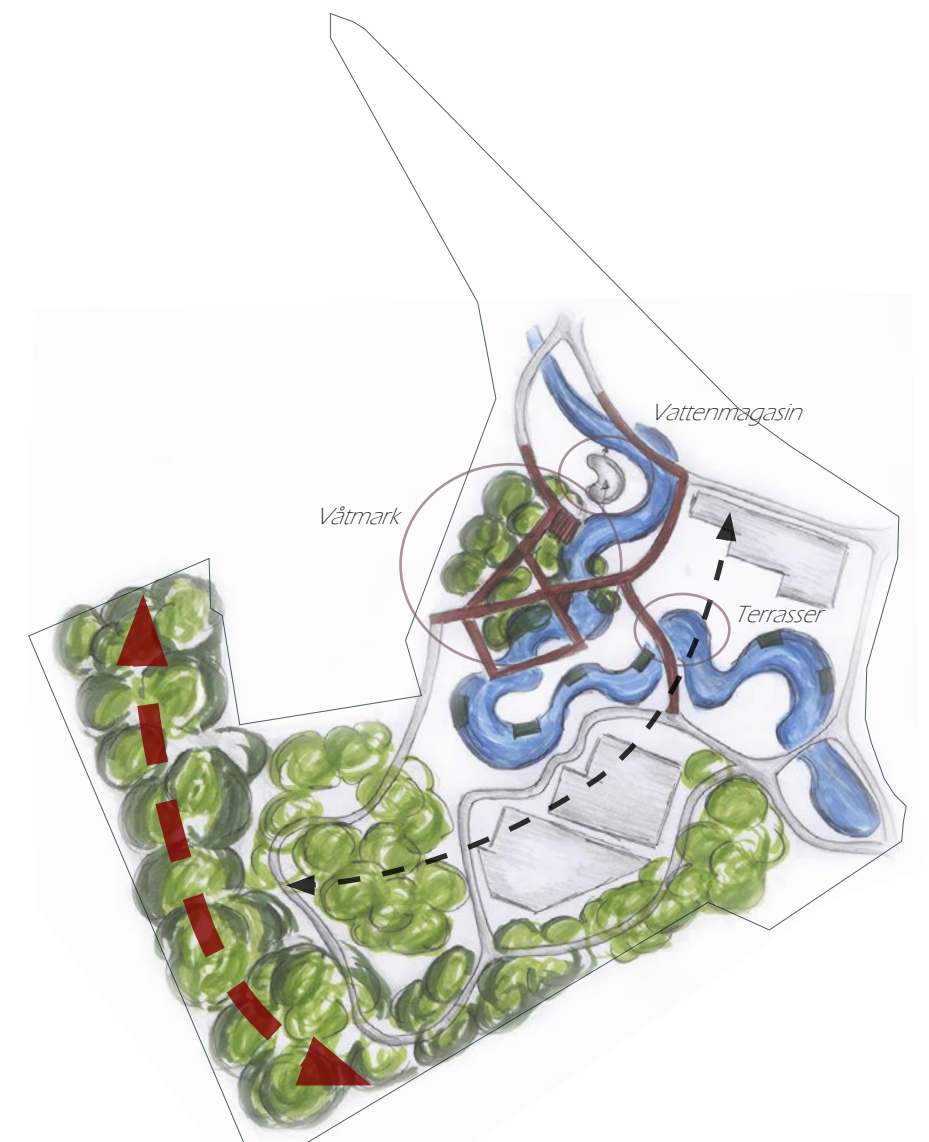
### Områdesbeskrivning

På den skissartade kartan till höger kan man se de övergripande idéerna i området. Nu meandrar vattendraget fram. Det har öppnats upp kring bäcken och skapats tillgängliga miljöer som man kan vistas på och interagera med. Människor ska uppmuntras till att stanna upp här samt uppleva och interagera med spännande vattenmiljöer. Vattenmagasinet, våtmarken, terrasserna, som är inringade på kartan, samt den flytande vegetationen är delar som visas mer detaljerat längre fram i uppsatsen.

Barriären mot Inre Ringvägen förstärks för att minska upplevelsen av den tunga trafiken. Det är också en anledning till varför odlingslotterna tagits bort och området istället planteras med träd. Gångstråk utformas så att rörelsen i öst-västlig riktning ökar.

På nästa sida visas skisser på detaljer i området.

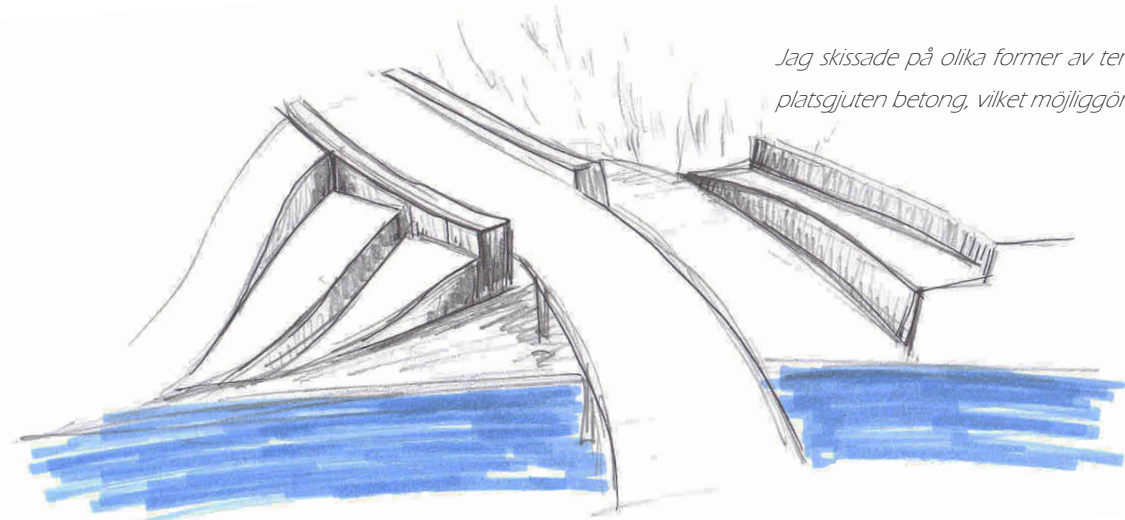
### Teckenförklaring



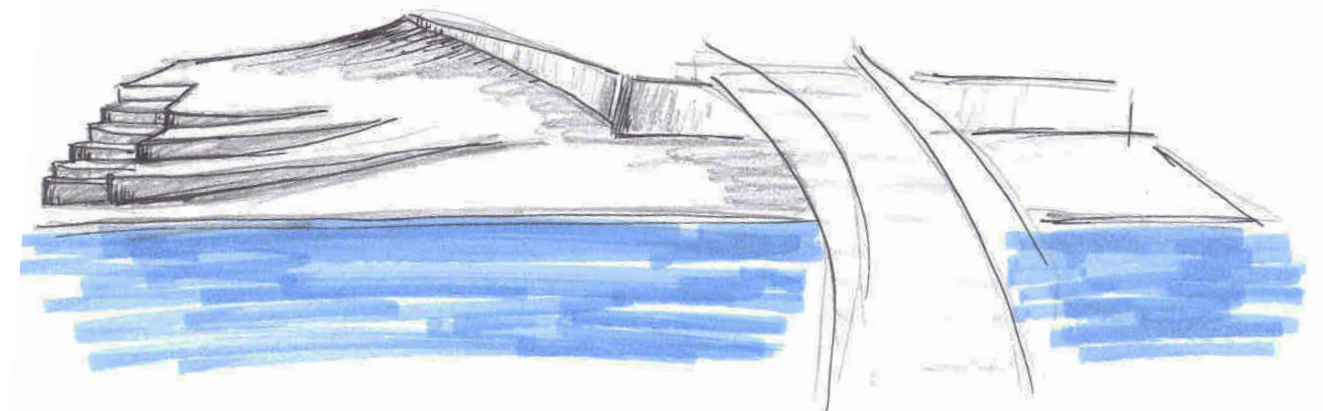


## Skisser - detaljer

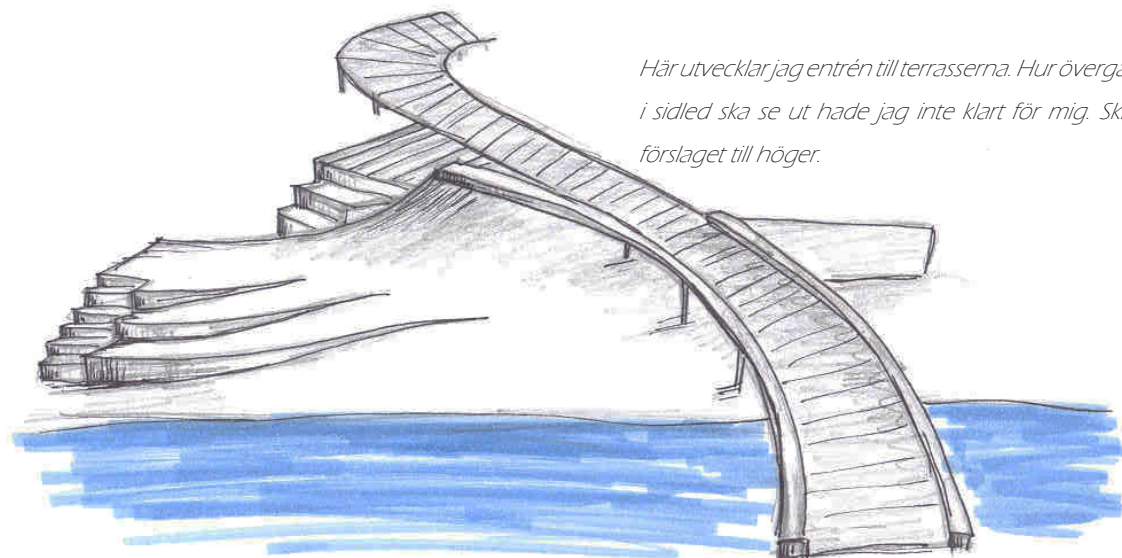
*Terrasser är ett spännande sätt att närma sig vatten. Vattenytan är aldrig mer än ett steg ner. För att få fram terrassernas form arbetade jag i strukturlera. Trappstegen inspirerades av vågmönster.*



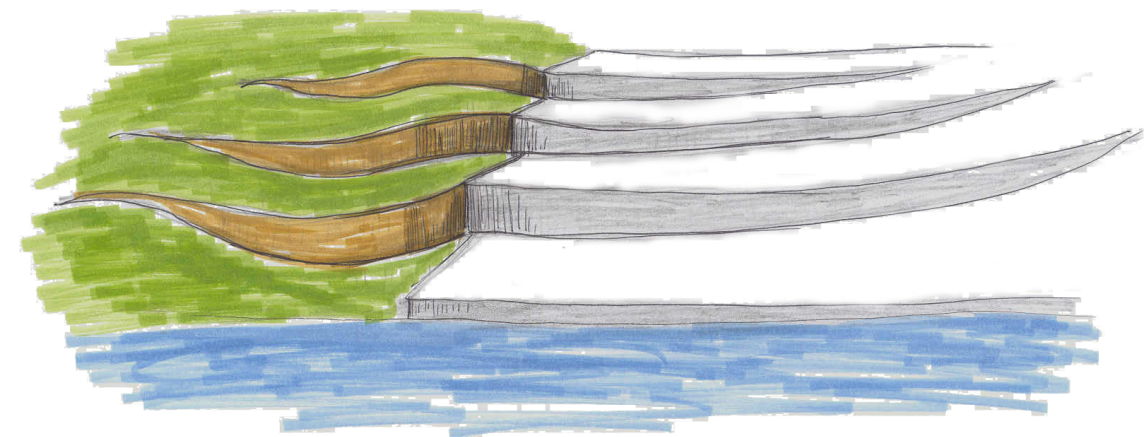
*Jag skissade på olika former av terrasser. Materialet är platsgjuten betong, vilket möjliggör mjuka former.*



*Jag kombinerade kortare steg med längre. Jag utvecklade mjuka former som stiger uppåt mot en låg vägg som gångbron vilar på.*



*Här utvecklar jag entrén till terrasserna. Hur övergången till slänterna i sidled ska se ut hade jag inte klart för mig. Skisser utmynnade i förslaget till höger.*



*Med cortenstål förlänger jag trappstegen som nu försvinner ut i slänten. Konstruktionen har också funktionen av att hålla upp och stötta slänten mot erosion.*

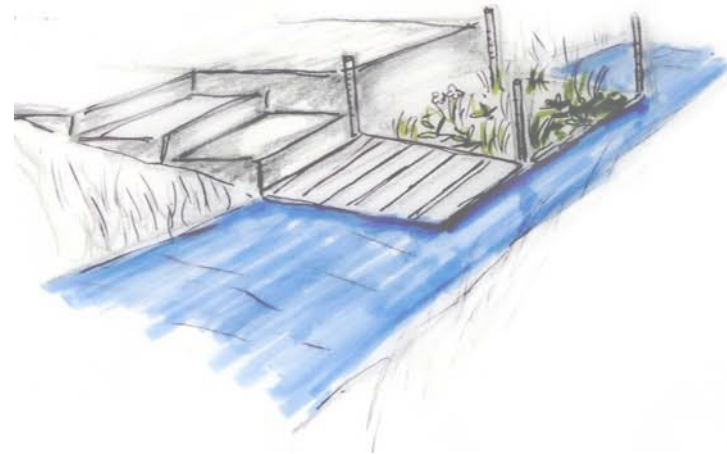


## Flytande strukturer

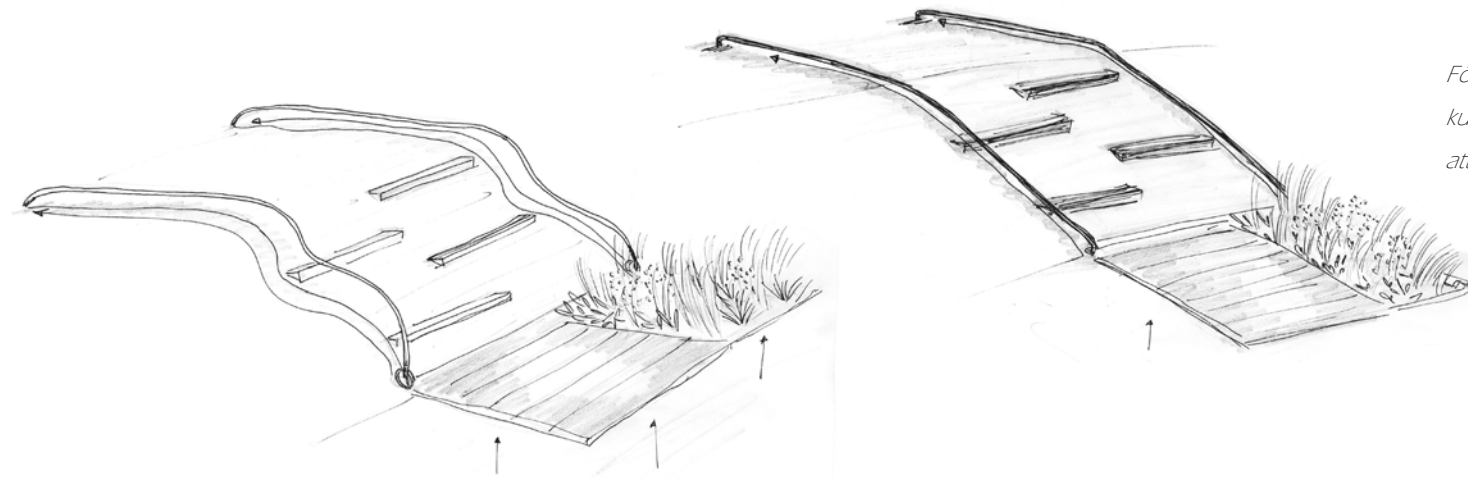
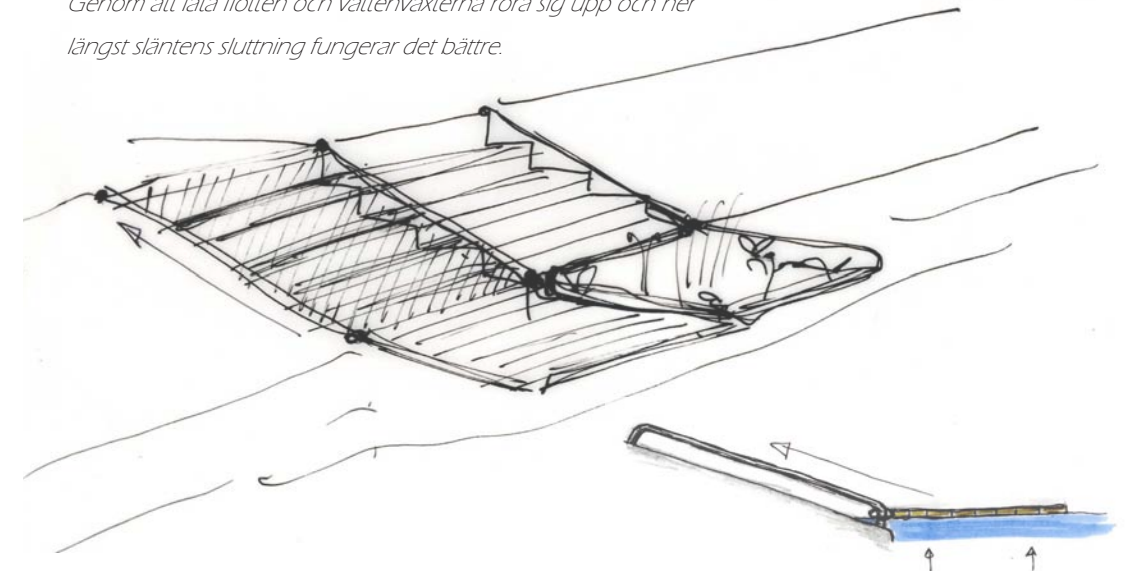
Jag funderade en del över koloniverksamheten i området. Finns det alternativ till konventionell odling och framförallt: finns det möjlighet att driva kolonier med vattenvegetation? Genom flytande konstruktioner skulle man teoretiskt sett kunna odla vattenväxter som på ett flexibelt sätt anpassar sig efter fluktuerande vattennivåer. Jag har skissat på hur detta skulle kunna ske.

Ett dilemma jag stötte på var hur man ska kunna komma nära växterna vid olika vattenstånd. På något sätt måste de förankras vid slänterna så att man kan komma åt dem för plantering och skötsel. Idéer utvecklades.

Kombinationen av trappsteg och flytande vegetation som rör sig lodrätt upp och ner fungerade inte i avseendet att komma nära vattenväxterna då vattennivån är hög.



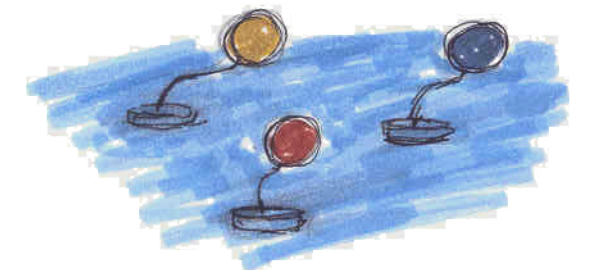
Genom att låta flotten och vattenväxterna röra sig upp och ner längst släntens sluttning fungerar det bättre.



För att komma åt att odla och sköta om växterna skulle man kunna förlänga stången, som konstruktionen rör sig utmed, till att sträcka sig över en plan yta.

Jag ville arbeta med flytande objekt i vattenmagasinet som kan lyfta när vatten fylls på. På så sätt kan de stigande vattennivåerna bidra till att skapa en attraktion i landskapet. Jag inspirerades av färgstarka ballonger.

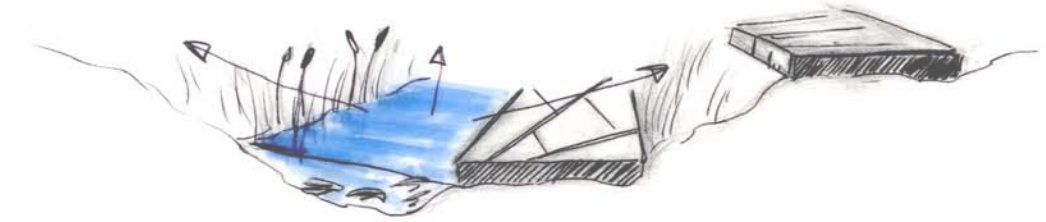
Min idé är att använda runda klot som man kan interagera med också när det är lågt vattenstånd och vattenmagasinet är torrlagt. De förankras i marken för att inte flyta iväg nedströms. Genom att förankra dem en bit ifrån varandra hamnar de inte på samma punkt när de följer med vattenflödet.





## Slänter & kritiska punkter

Kritiska punkter uppstår enligt Billqvist (pers. medd. 2011-2012) där vatten stöter mot mark och genom en sådan successiva nötningen riskerar mark att drabbas av erosion. Eftersom jag valt att meandra vattendraget uppstår många kritiska punkter utmed vattenfåran. Sätt att hantera denna nötning kan vara att plantera ut träd eller på andra sätt stabilisera slänten. Här visas några sätt man kan göra det på, samt andra möjligheter till gestaltning av en slänt.



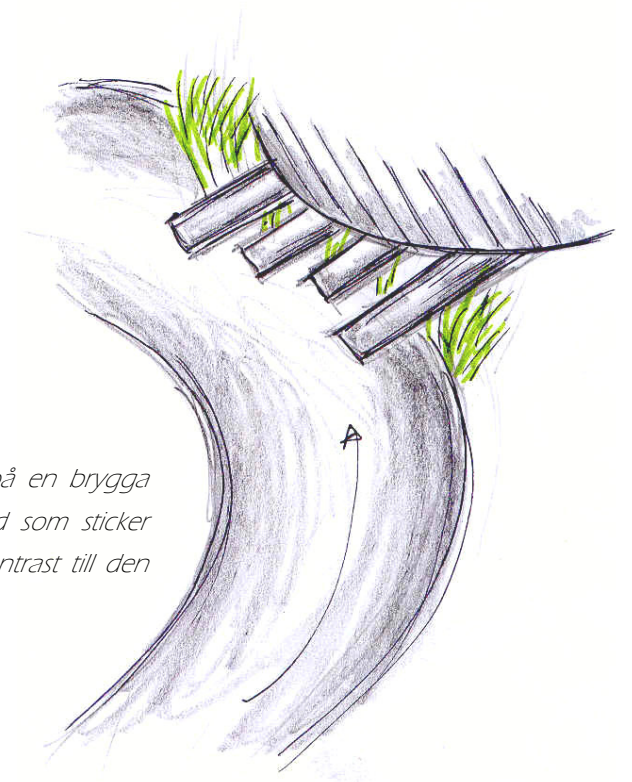
Här visas ett alternativ till terrasser. Gångar ligger på olika nivåer och uppmuntrar människor till att vada genom vattnet när det är lagom högt.



Här stoppas vattnet upp av ytor med vegetation. Jag har skapat en slags lagun som är tänkt att vara grund och erosionsriskerna är på så sätt små.

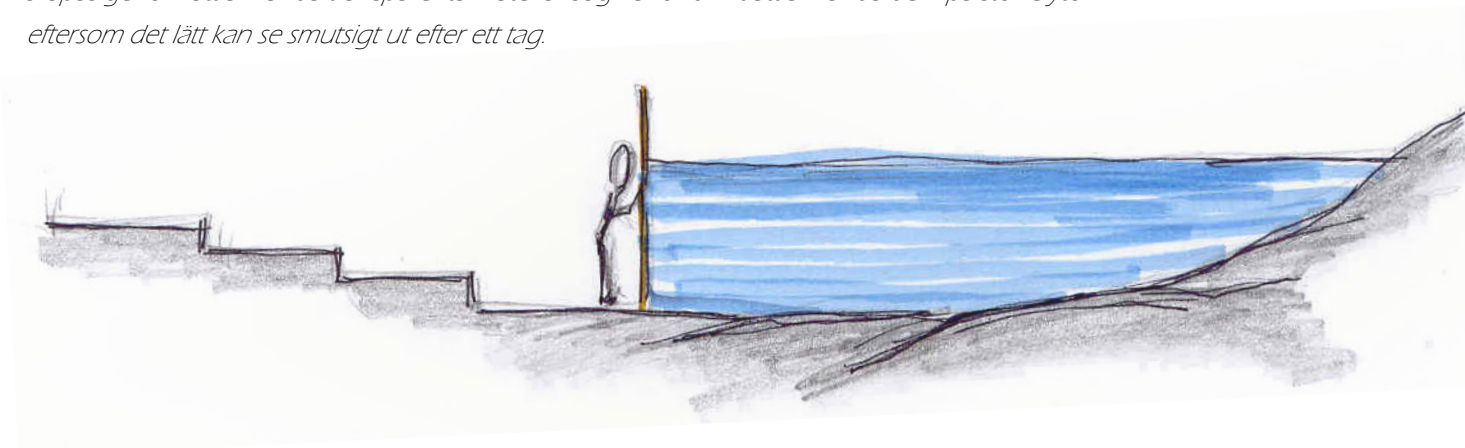


Ett annat sätt är att skapa en ö innanför meandringens krök som vattnet slår mot först. Vegetation används för att stabilisera upp formationen.



Här har jag skissat på en brygga med hårdgjorda stöd som sticker ut och som står i kontrast till den organiska miljön.

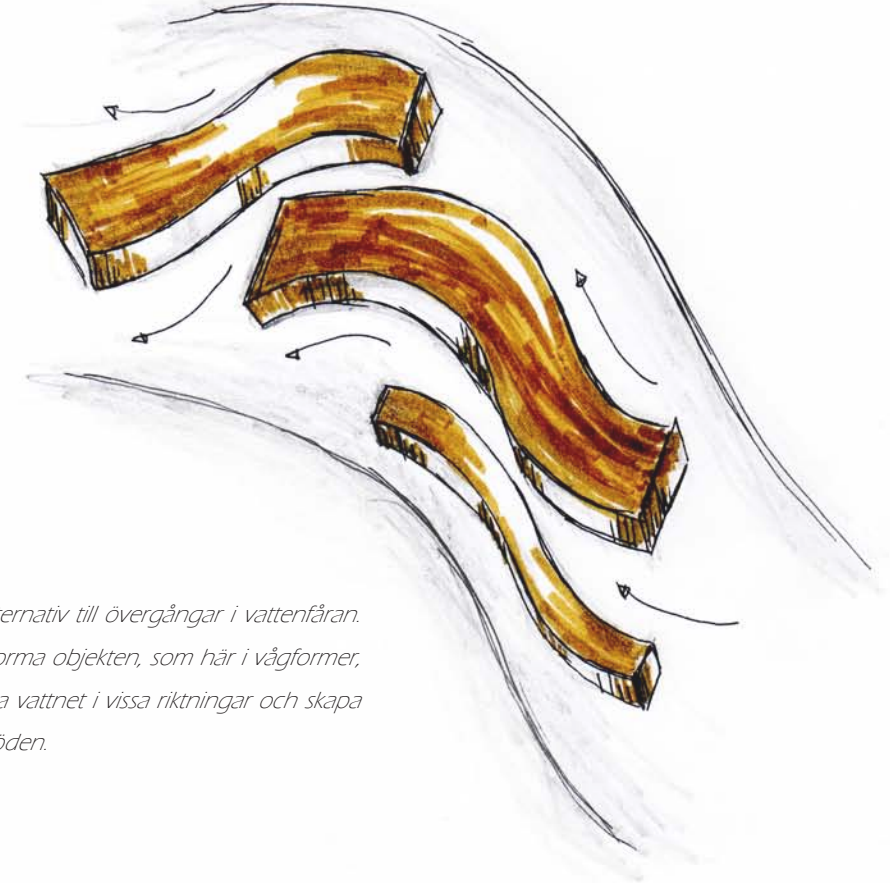
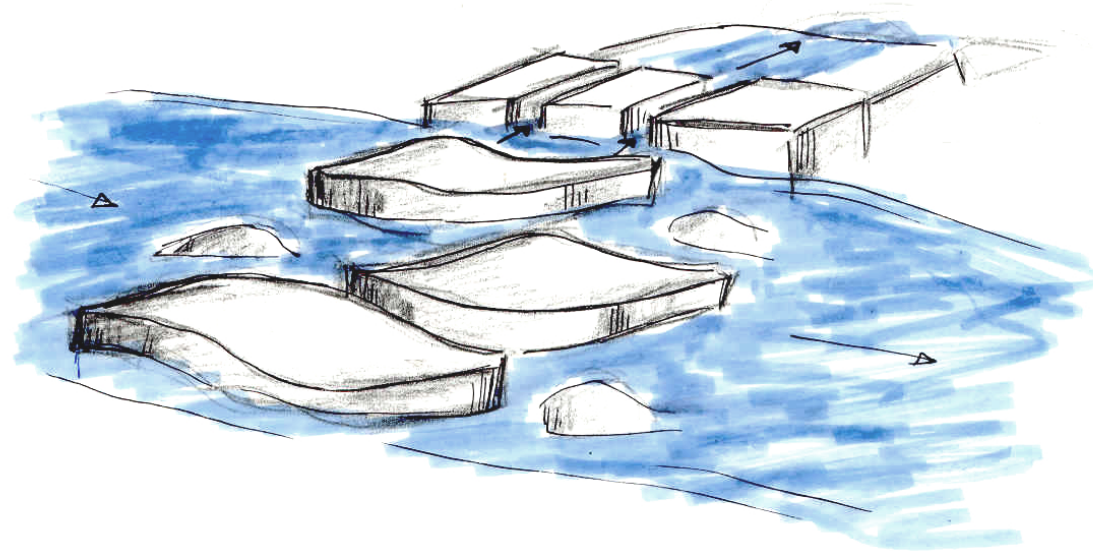
Visst hade det varit roligt att se vad som händer under vattneytan? Här är en möjlighet som skapas genom att använda transparenta material. Jag har undvikit att använda dem på större ytor eftersom det lätt kan se smutsigt ut efter ett tag.





## Övergångar & turbulenta vatten

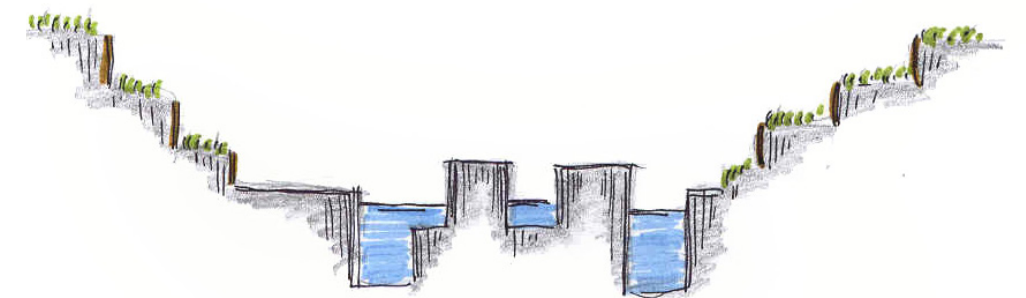
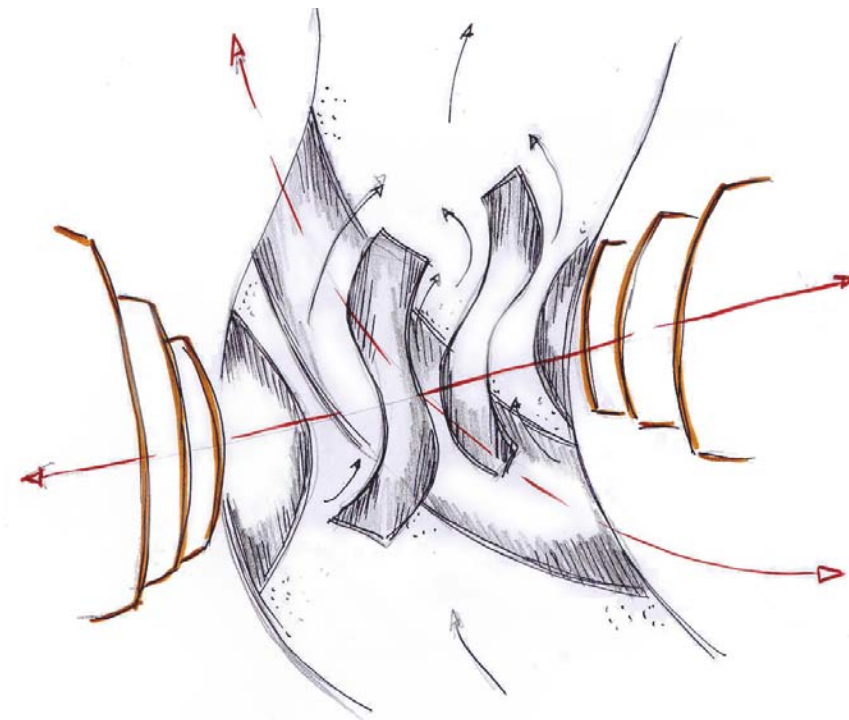
Genom vågformade steppingstones kan man ta sig över vattenfåran. Tanken är även att vatten vid en viss nivå leds till vattenmagasinet, som jag tidigare visat, för att därifrån fortsätta sin väg genom landskapet. Genom att placera ut objekt som dessa i vattenfåran skapas ett turbulent vatten.



Här är ett alternativ till övergångar i vattenfåran. Genom att forma objekten, som här i vågformer, kan man leda vattnet i vissa riktningar och skapa intressanta flöden.

Här har jag utvecklat idén om vågformade objekt och funderat över hur man genom dessa former kan ta sig över vattenfåran. Röda pilar visar övergångar från ena slänten till den andra. Den raka pilen visar sektionens (till höger) dragning. Den långa bågformen som sträcker sig över vattenfåran fungerar som en fördämning där organiskt material i vattnet kan sedimentera och där flödet saktas ner.

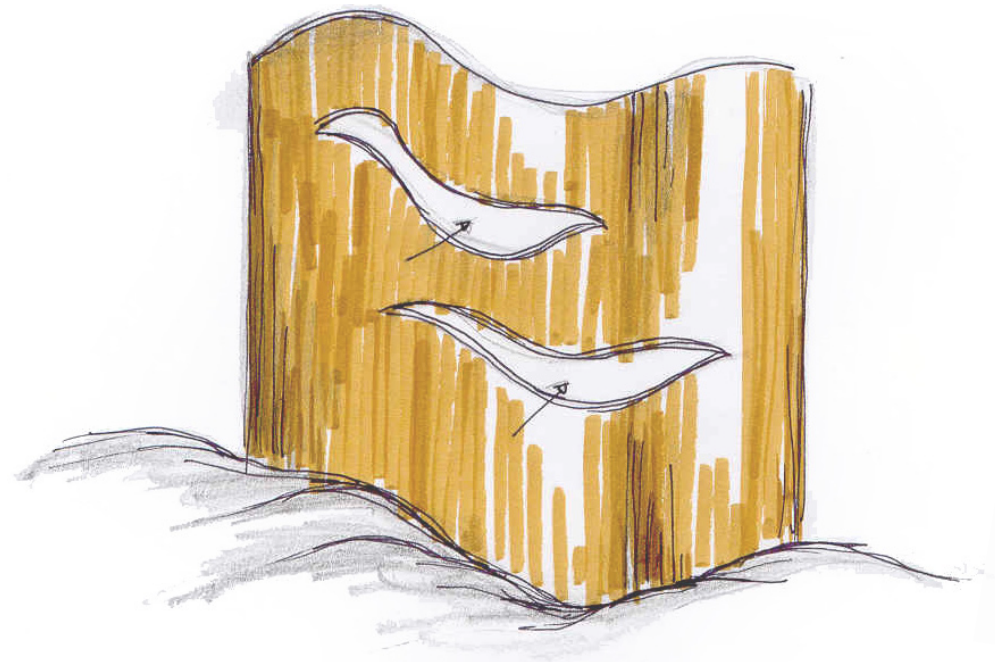
Trappstegen ner till vattenfåran formas av cortenstål medan formerna i vattenfåran är av platsgjuten betong. Sektionen till höger visar hur formerna reser sig till olika höjder. Tanken är att det ska finnas olika sätt att ta sig över vattenfåran beroende på vattenståndet.





## Styra vattenflödet

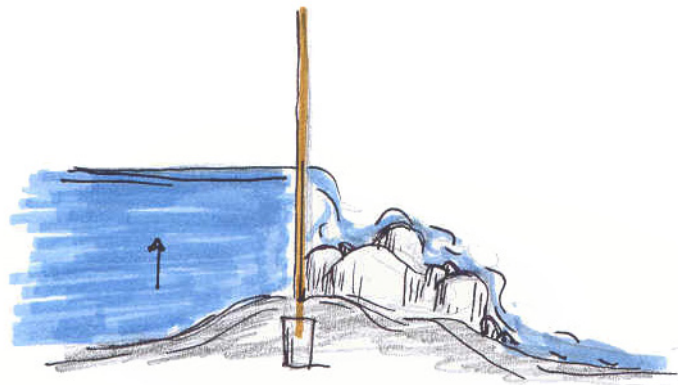
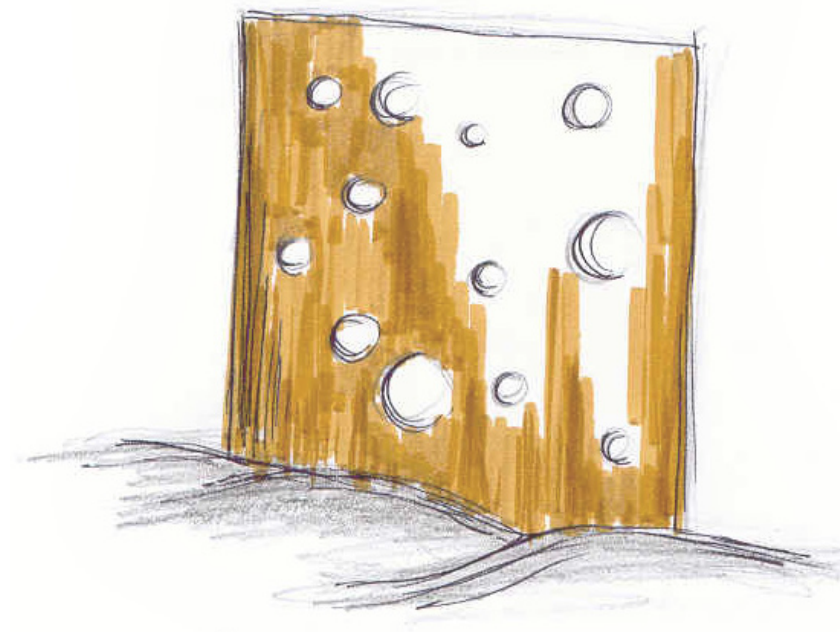
Jag skissade tidigare på sätt att skapa turbulent vatten. Här har jag skissat på sätt att styra vattnets flöde med fokus på att skapa olika typer av fall. Jag använder cortenstål och utgångspunkten har varit att fall och flöden ska ske utan pumpar och andra tekniska lösningar. Här lever vattnet sitt eget liv.



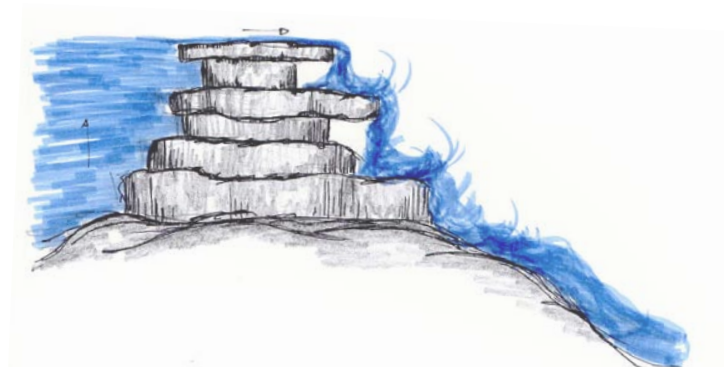
Vågmönstret går igen från terrasserna. Genom att forma cortenstål i bågformer kan vattenstrålar mötas och korsa varandra.



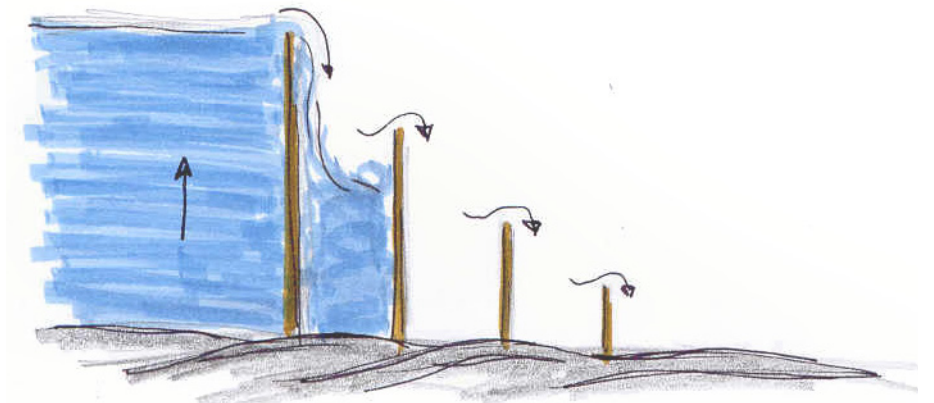
Till höger är två andra alternativ till hur vatten kan passera genom en vägg. Med små hål skapas spännande taktila upplevelser på andra sidan väggen när vatten tränger fram.



För att låta väggen stå stabilt mot höga vattenflöden skulle man kunna placera ut stenar på andra sidan och på så sätt också skapa fall här.



Det finns olika sätt att bygga upp fall. Här är en mer medveten utplacering av stenar där fall från högre höjder skapats.

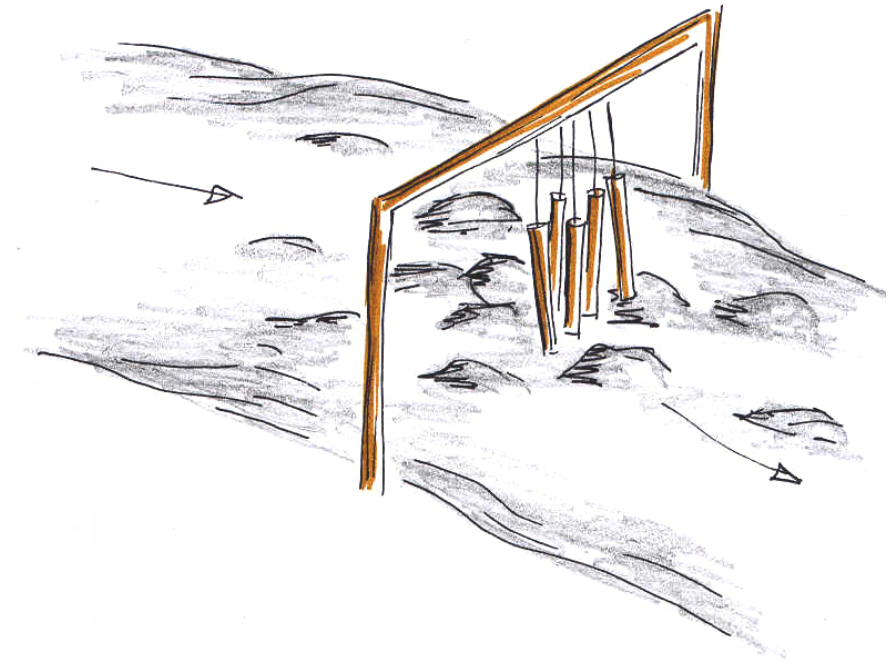
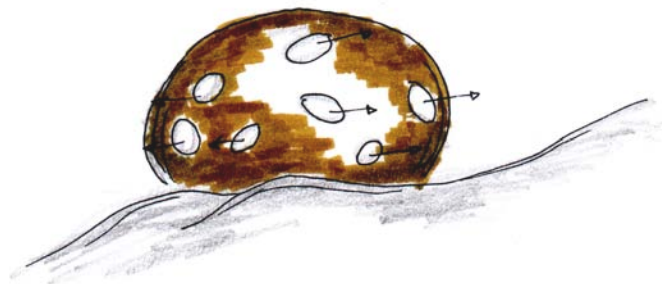


Här är en idé om att skapa mindre vattenmagasin som fylls på efterhand som vattnet stiger.

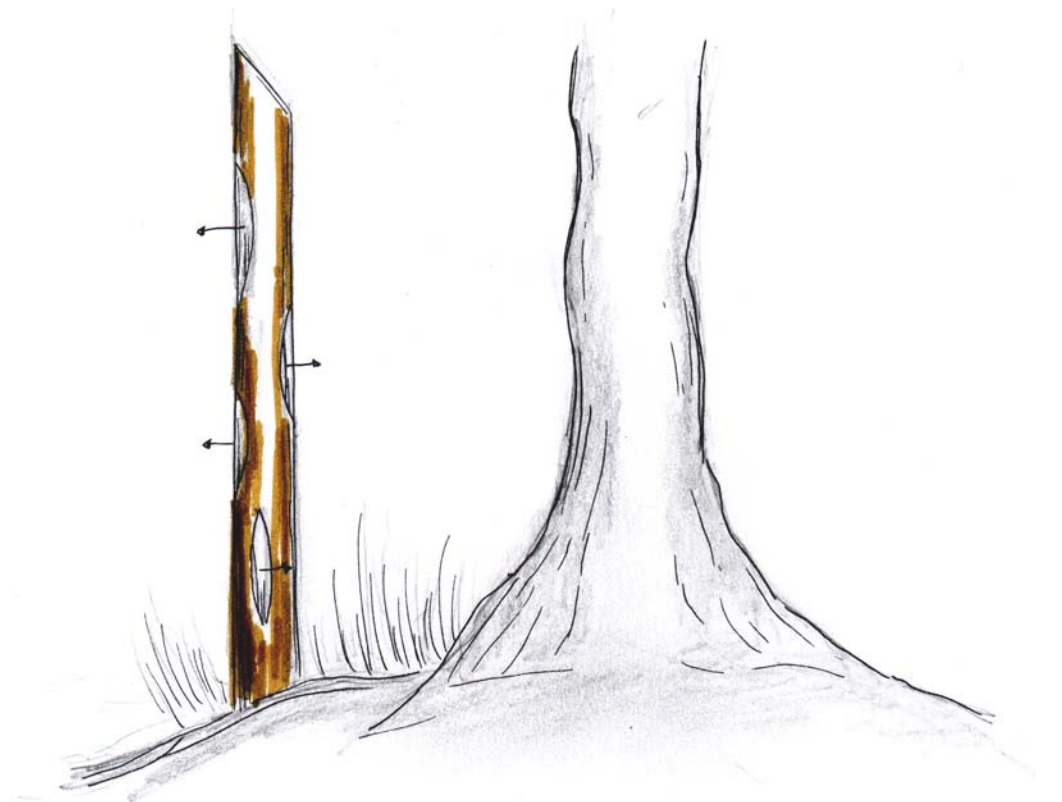


## Ljud & Ljus

Man kan skapa mycket spännande effekter kvällstid genom ljusdesign. En övergripande ljussättning har jag inte möjlighet att utveckla men en idé jag fann rolig var att skapa någon form av belysning i sumpskogen. Kontrasten mellan det lite mörka och dunkla och ett utstickande ljusföremål triggade mig. Det kan ske genom att skapa lyktor som ljuset kan sippra ut från. Cortenstålet har toner av orange och kan förstärka "lykteffekten".



Jag hade tankar om att experimentera med hur vattnets flöde kan framkalla ljud. En möjlighet såg jag i att låta vatten stöta på föremål under dess väg nedströms vattenfåran. Stenarna skapar ett turbulent flöde. Belysning kan ske under vattenytan så att vattnets rörelser blir synliga. Att med vattnets flöde skapa ljud är en intressant tanke. Mitt fokus föll emellertid tillbaks på utformningen av lykta.

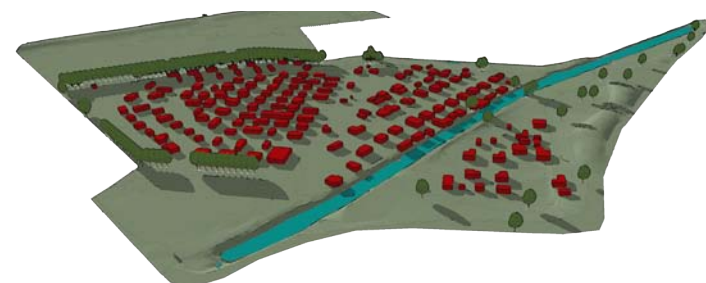
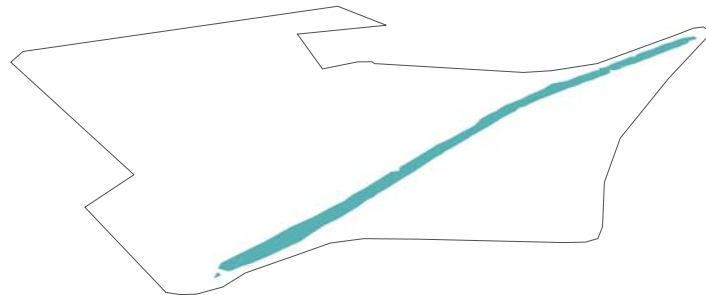
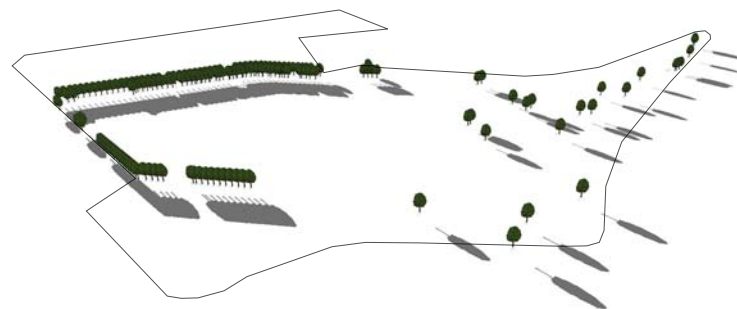
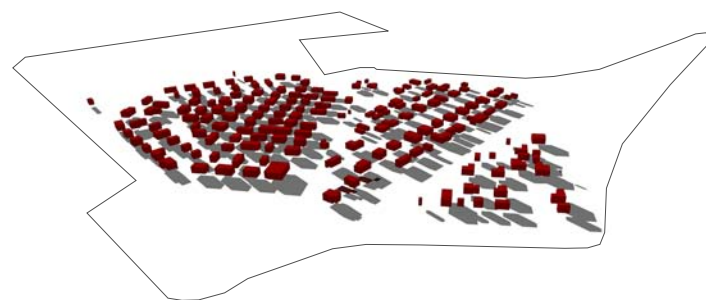


## FÖRSLAGET

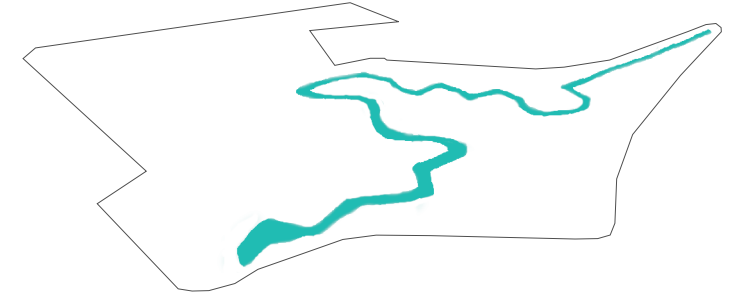
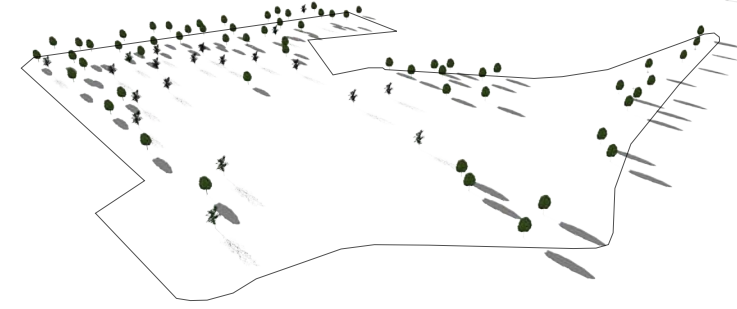
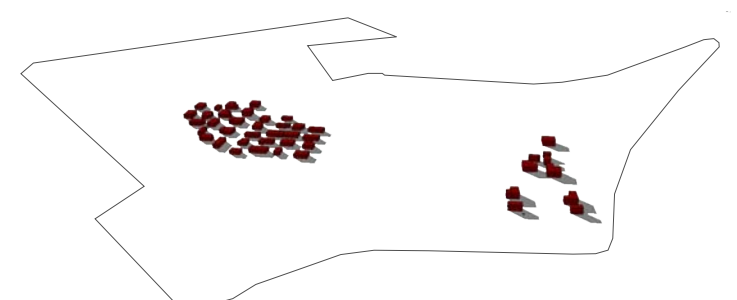
### Strukturer

Förslaget innebär stora förändringar i området gällande kolonistugornas utbredning, trädstruktur och vattenfårans dragning. Till höger visas en jämförelse mellan dagens situation och förslaget i dessa avseenden. På nästa sida presenteras förslaget i sin helhet.

Befintliga strukturer



Förslag





## Illustrationsplan

### Vegetativa miljöer

I området finns olika vegetativa miljöer. De definieras som Tätta skogen, Gläntan och Sumpskogen. I den Tätta skogens trädskikt växer ek, asp med inslag av glasbjörk medan det i buskskiktet växer hassel, hägg och måbär. I Gläntan är det relativt öppet och här växer glasbjörk med inslag av asp. I sumpskogen (inringad med streckad linje) är uttrycket mer vilt. Här växer klibbal på små öar som förstärker uttrycket av de socklar som normalt utvecklas med tiden. Det är också bra om alar under etableringsfasen står lite torrare (Gustavsson, R. & Ingelög, T. 1994). När rotsystemen med tiden utvecklas och grundvattennivån stiger kommer träden få bättre tillgång till vatten.

Flytande vegetation finns i grupper utmed vattenfåran. På en flotte som är ihopkopplad med den flytande vegetationen kan man sitta och konstruktionen blir på så sätt också till viloplatz. Vegetationen renar vattnet och skapar attraktiva miljöer som man kan komma nära tack vare flotten.

Den Gröna ön, som finns i vattendraget mellan Sumpskogen och de Vågade terrasserna, hindrar erosion av den intilliggande slänten och blir samtidigt en plats där fåglar kan häcka ostört.

### Meandering & Pools/rifflessekvenser

Meandringen och de pools/rifflessekvenser som skapats utmed flera sträckor i vattendraget tillför en rad fördelar för vattenkvaliteten och det akvatiska livet i vattnet. Vid meandringens krökar inträffar pools där vattnets hastighet saktas ner och partiklar i vattnet kan sedimentera. Mellan krökarna inträffar riffles. Här rinner vattnet snabbare och turbulens skapas genom vattnets hastighet och det grövre marksubstratet. Riffles uppskattas av mindre fiskar och ryggradslösa djur medan större fiskar trivs i det djupare vattnet.

### Vattenmagasinet, Sumpskogen & Vågade terrasser

Vattenmagasinet, Sumpskogen och Vågade terrasser är delar som visas mer detaljerat och finns beskrivet längre fram. Ytorna finns markerade på kartan till höger.

### Material

De huvudsakliga material som används är trä av obehandlad kärnved av Sibirisk lärk (Larix Sibirica), cortenstål och betong. Den sibiriska lärken valdes utifrån dess långa hållbarhet och motståndskraft mot fukt och röta. Cortenstål är ett formbart material som tål vatten och som sticker ut med rostorange färg. Betong används på grund av dess potential att skapa mjuka former.



## Topografi

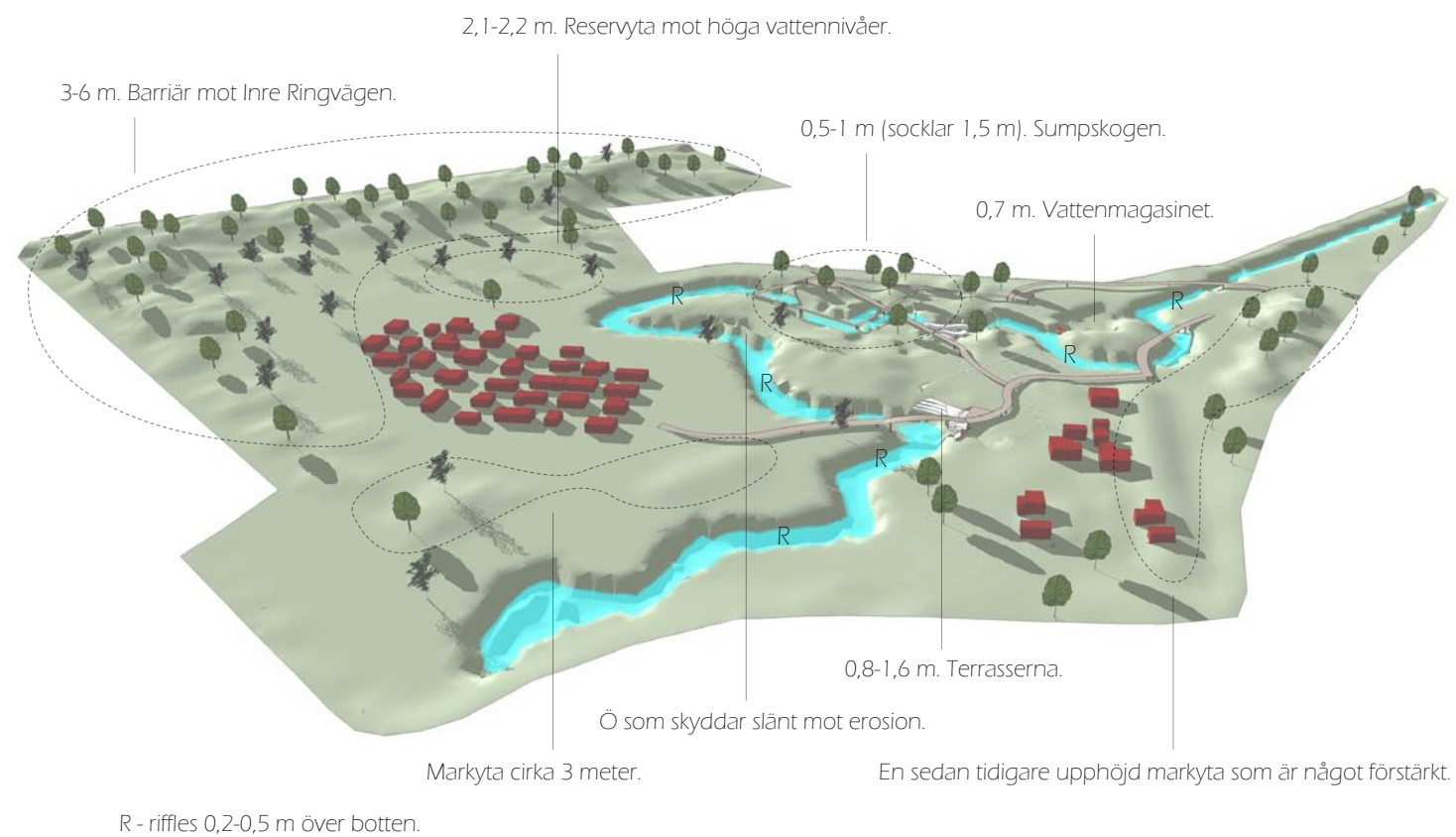
Genom att arbeta med områdets topografi har större volym skapats åt vattnet. Nu kan vatten breda ut sig över olika ytor beroende på dess nivå. Det har samtidigt skapats platser som får olika uttryck och funktion beroende på vattennivån. Området blir mer intressant både ur estetiska och funktionella aspekter.

3D-modellerna visar områdets topografi med en högre, respektive en lägre vattennivå. Vattnet vid den lägre nivån följer huvudfåran medan vattnet för den högre också tar andra vägar.

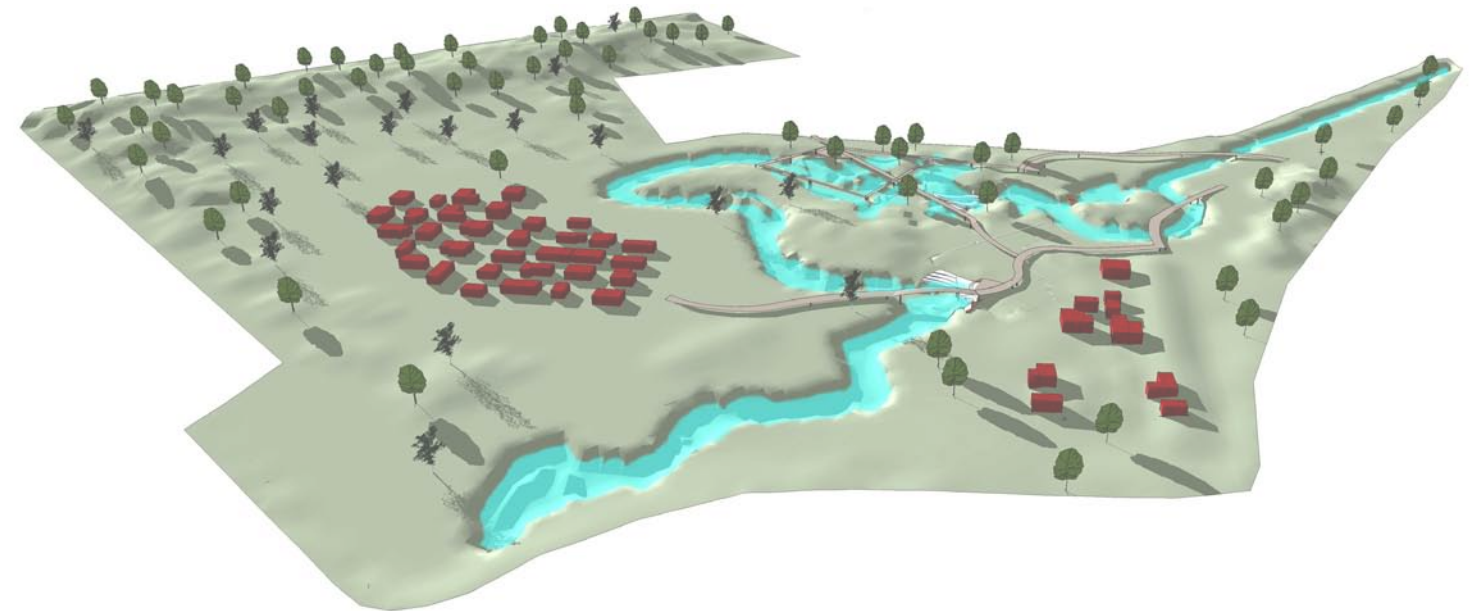
Vattendraget befinner sig på samma eller några decimeter över havsnivån. Höjderna som nämns är i förhållande till vattendragets botten. Slänternas höjder ligger på 2,4 meter eller mer när inget annat nämns.

Vattendraget har generellt sett gjorts bredare och slänterna mindre sluttande. Slänternas lutning ska vara på runt 1:4 och inte överstiga 1:3. Idag förekommer slänter med lutning på över 60 % vilket innebär att slänterna utsätts för erosionsrisk. Inloppet har fått extra plats för att kunna stå emot högt vattentryck som kan skapas vid kulverteringens utlopp.

Vattennivå runt 0,5 meter



Vattennivå över 1 meter



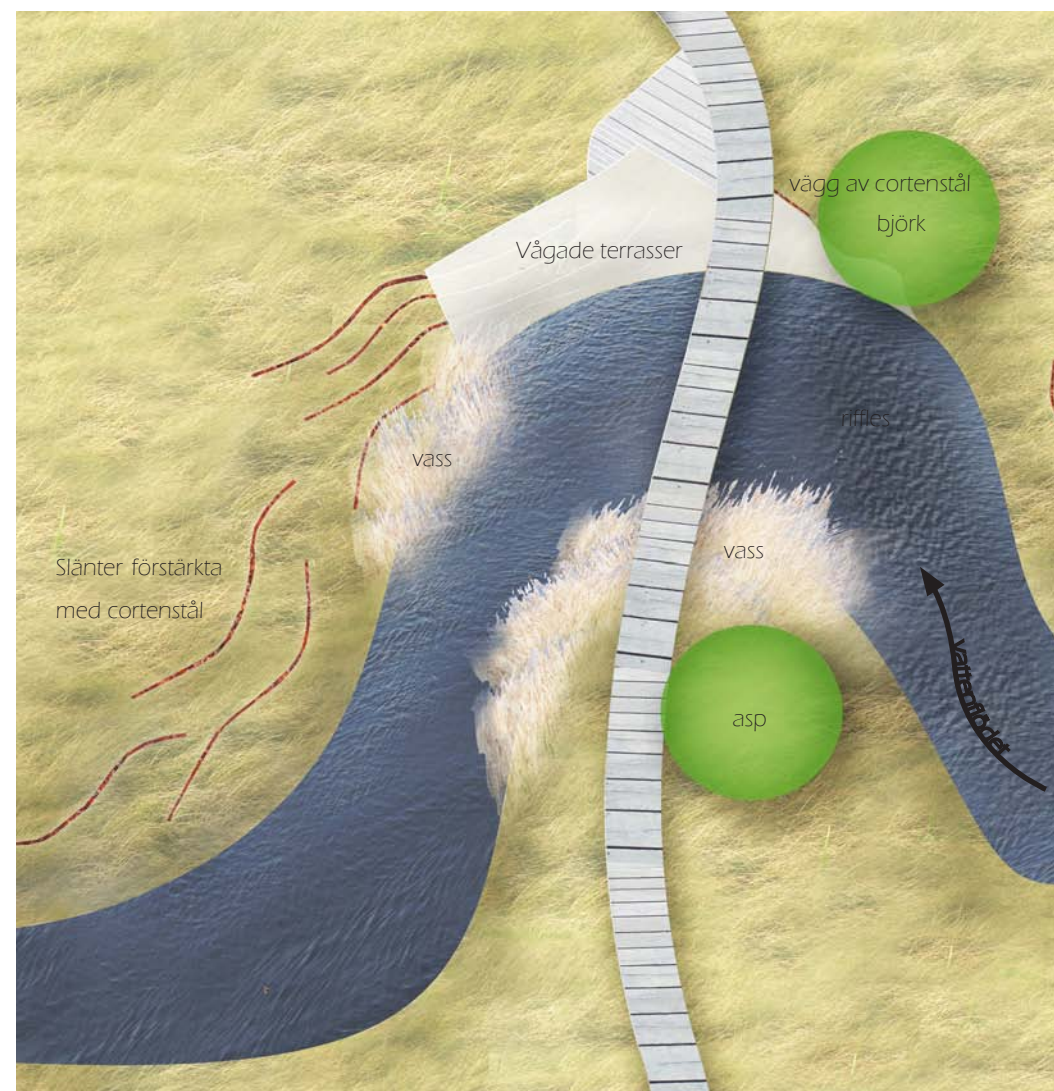


## Vågade terrasser

De vågade terrasserna är en viloplats i söderläge där man kan komma nära vattnet oberoende av vilken nivå vattnet befinner sig på. Formerna byggs upp av platsgjuten betong. I vattenfåran står vass i grupper. En vägg av cortenstål med hål finns i norr och släpper ut vatten när det stigit till drygt en meter. Mindre hål finns nedtill medan större finns upptill. På andra sidan väggen kan man stå och känna hur vattnet tränger fram.

Cortenstål finns även i terrasstegens förlängning samt på andra ytor utmed slänten för stabilisering och som en spännande detalj.

I öster finns riffles i vattendraget som brusar vattnet och skapar turbulens. Riffles är något som återkommer i följande planer.







*Terrassen från baksidan.*

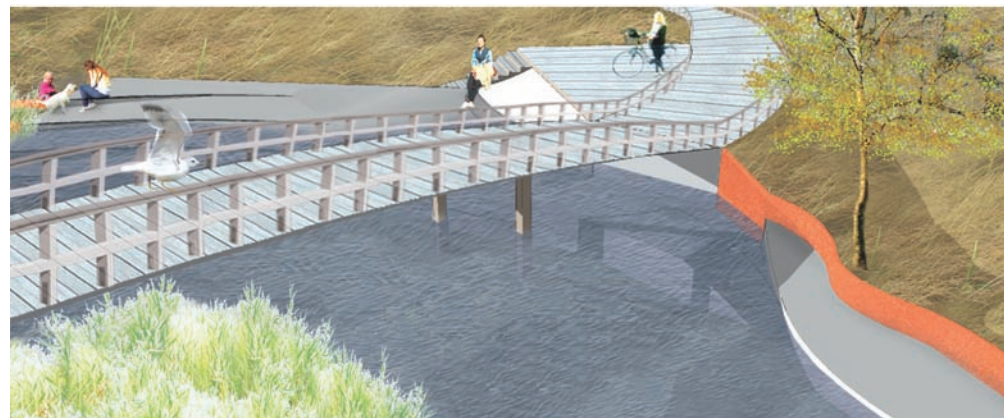
*Vatten tränger ut genom en vägg av cortenstål. Hålen är mellan en till åtta cm i diameter och spännande taktila upplevelser skapas när man känner på vattenflödena.*



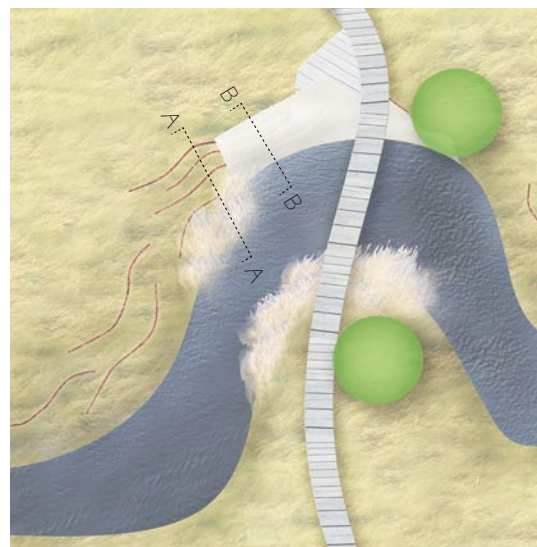
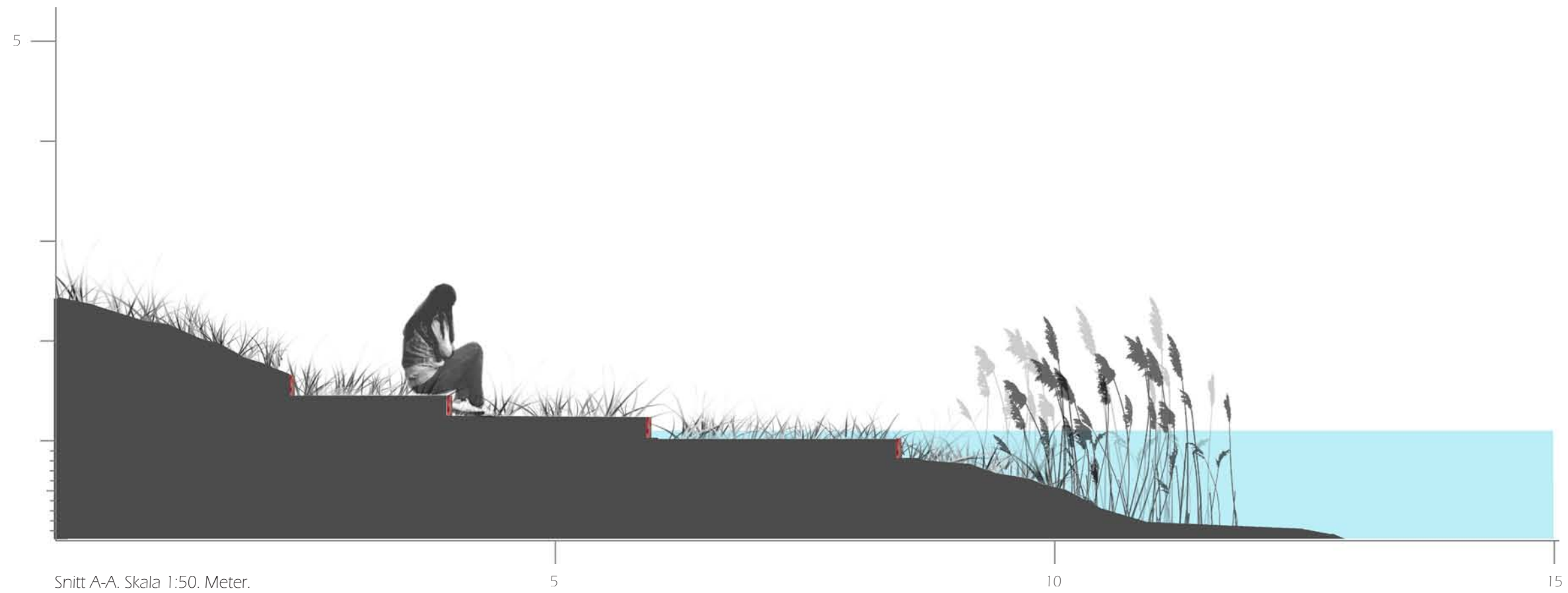
*Terrasserna vid fyra vattennivåer.*

*Inspiration till de Vågade terrasserna var bland annat Shanghai Houtan Park (beskrivet i del 3). Fördelar med att terrassera där det finns nivåkillnader är att marknivåer binds ihop. Det skapas möjlighet till nära kontakt med vatten eftersom det aldrig är mer än ett steg ner och stegen fungerar dessutom som sittplats. Terrasser kan även synliggöra vattnets fluktuationer eftersom man ser vattennivån i relation till stegen och förändringar i vattenstånd blir synliga.*

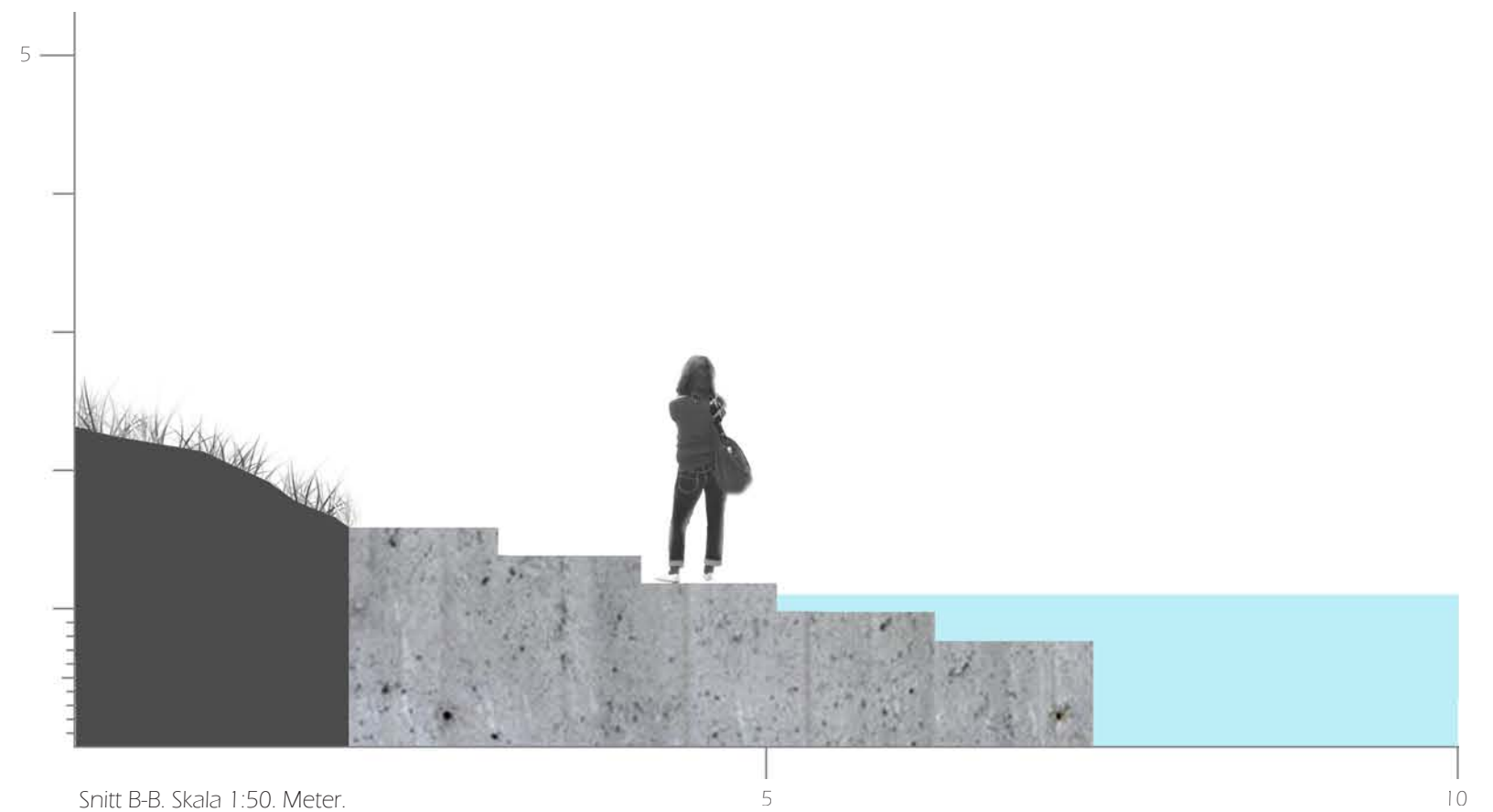
*Gestaltning av denna plats har inneburit arbete med höjder och strävan har varit att skapa en lekfull miljö. Vattnet formar mönster mellan betongdelar. Formerna på betongen är dels mjuka och runda, dels av mer distinkta kanter.*



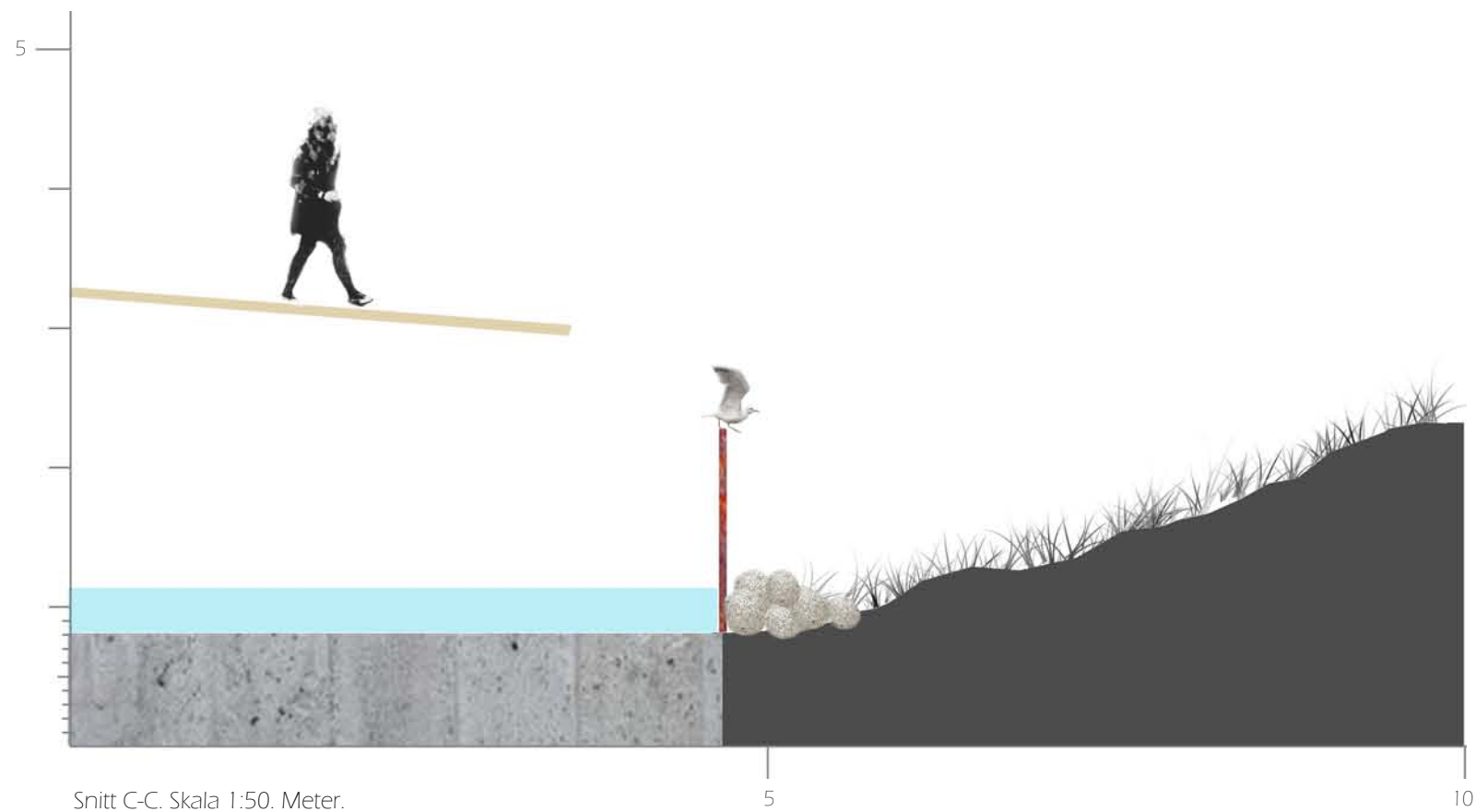




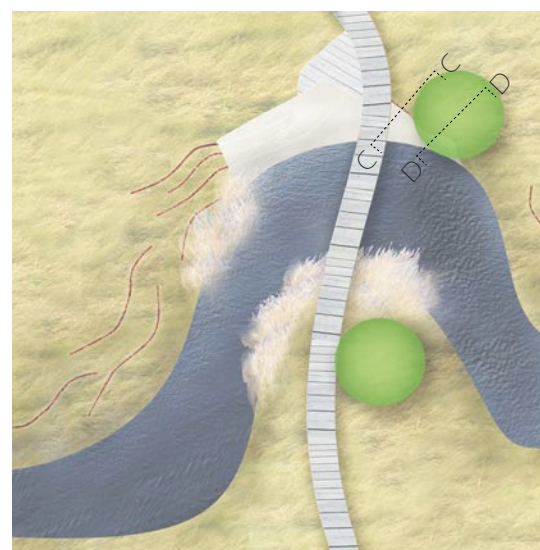
*Terrassteg.*  
*Terrassteg finns i två former. Den ena är*  
*av platsgjuten betong. Den andra tar vid*  
*där betongen slutar och formas då av*  
*cortenstål.*



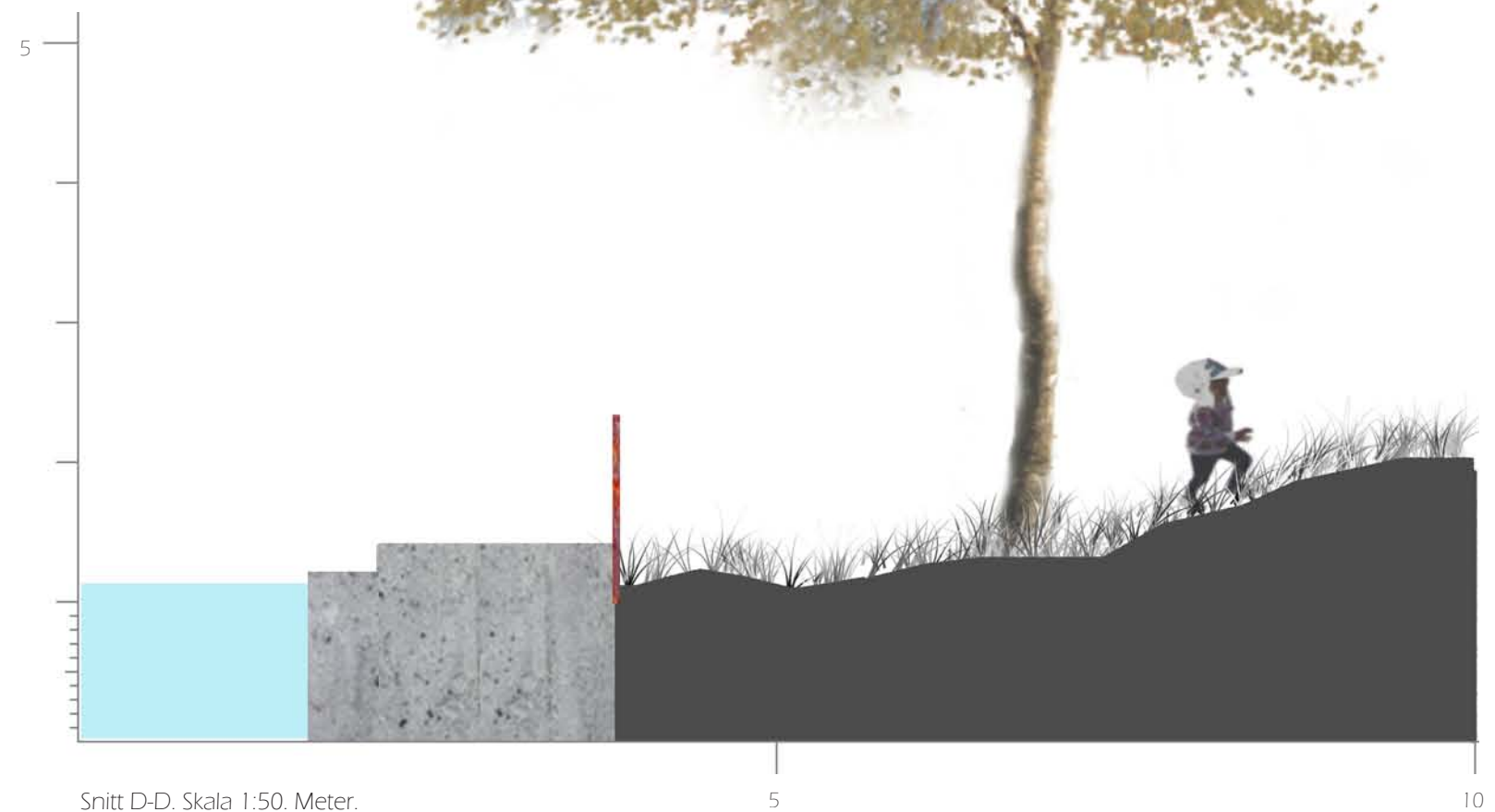




Snitt C-C. Skala 1:50. Meter.



*Cortenstålväggen.*  
C-C-snittet visar var cortenstålväggen  
släpper fram vatten genom håll. Mark  
bakom cortenstålsväggen höjs successivt  
uppströms utmed vattendraget. Bakom  
cortenstålsväggen kommer vatten fylla  
upp när vattennivån stiger.



Snitt D-D. Skala 1:50. Meter.



## Sumpskogen

Sumpskogen består till största del av al (*Alnus glutinosa*). Innan ett tak har utvecklats kan man ha växter som trivs i soligare lägen och efter kan man introducera mer skuggtåliga växter. Karaktären är vild. Träd eller grenar som faller får ligga kvar och förstärka den vilda karaktären. Ett till formen geometriskt spångsystem går genom området och de raka formerna kontrasterar mot den friväxande, organiska miljön.

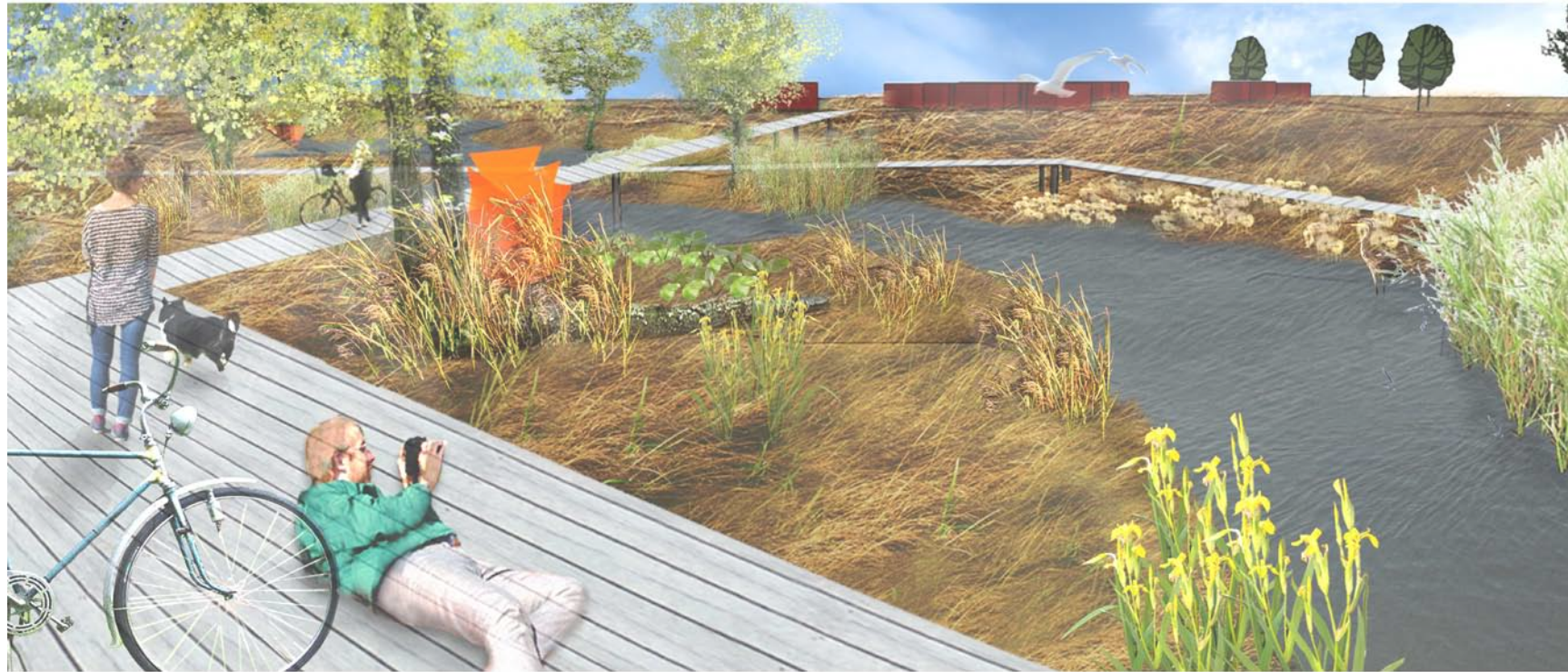
En övergång i platsgjuten betong möjliggör viss sedimentation och gör att man på ett spännande sätt kan ta sig över från den ena sidan till den andra när vattennivån inte är alltför hög.

Våtmarken ligger på mellan 0,5-1 meter vattendragets bottennivå och svämmas alltså över när vattennivån stiger. Öar finns som reser sig upp till drygt 1,5 meter.

Som beskrivits i Del 2 gynnar våtmarker den biologiska mångfalden och förutsättningar för ett rikt fisk- och fågelliv skapas.







*Sumpskogen.*

*Sumpskogen är rik på växtlighet. Här växer kalla, iris och olika gräs. Ångsull växer på de mer öppna partierna. Miljön gynnar den biologiska mångfalden genom att bland annat locka till sig fåglar och insekter.*

*Som kontrast till den organiska miljön finns en lykta som står som en skulptur och lyser upp platsen när mörkret faller. Materialet är cortenstål och dess roströda färg kommer förstärka uttrycket av ett lysande element.*







*Vågad övergång.*

*Övergångarna blir till steppingstones som inbjuder människor till att korsa vattenfåran. Formerna för vattnet i olika riktningar och möjliggör turbulens vilket är bra för syrenivån. De lägsta stegen, som på illustrationen ligger under vattenytan är 0,2 och 0,3 meter höga. Tanken är de ska uppmuntra besökare till att vada fram på de blötlagda stegen eller hoppa mellan de som är torrlagda.*

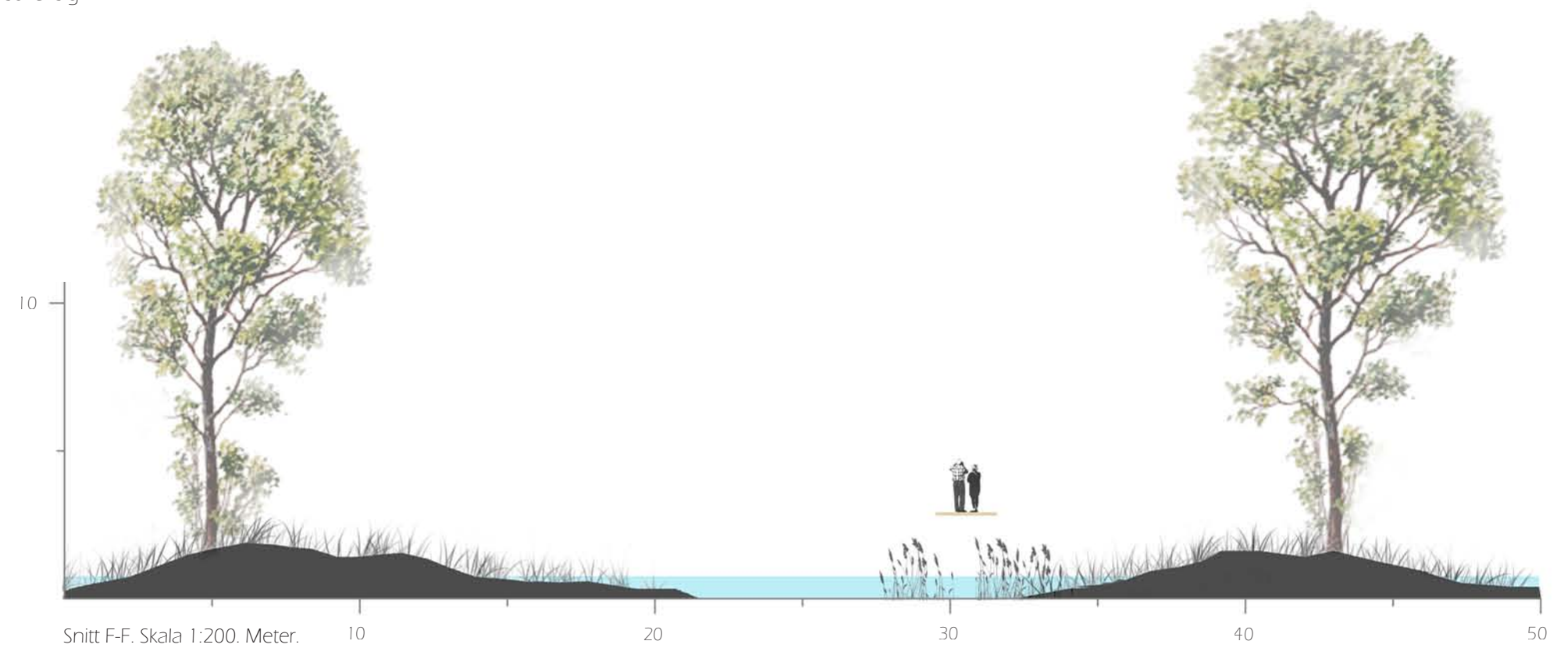
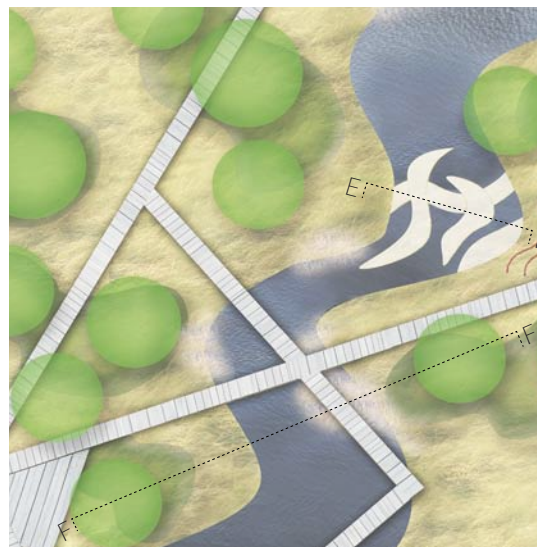




Sumpskogen.

Snitt E-E visar de olika höjderna för den vågade övergången. Stegen är relativt låga för att inte blir till vandringshinder för fiskar men de möjliggör ändå viss sedimentation.

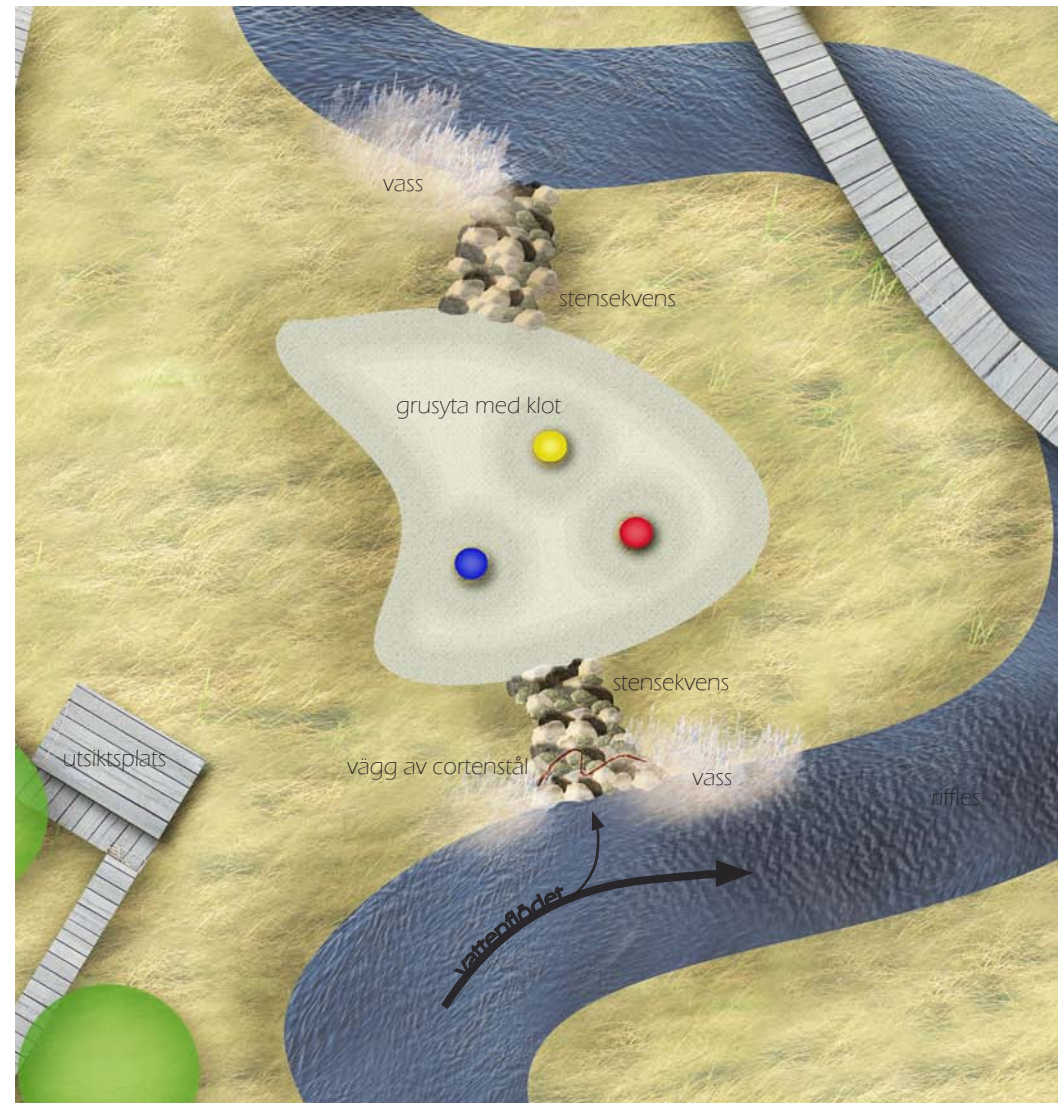
Snitt F-F visar hur små öar reser sig upp i sumpskogen. Vatten söker sig runtomkring när nivån stiger.



## Vattenmagasinet

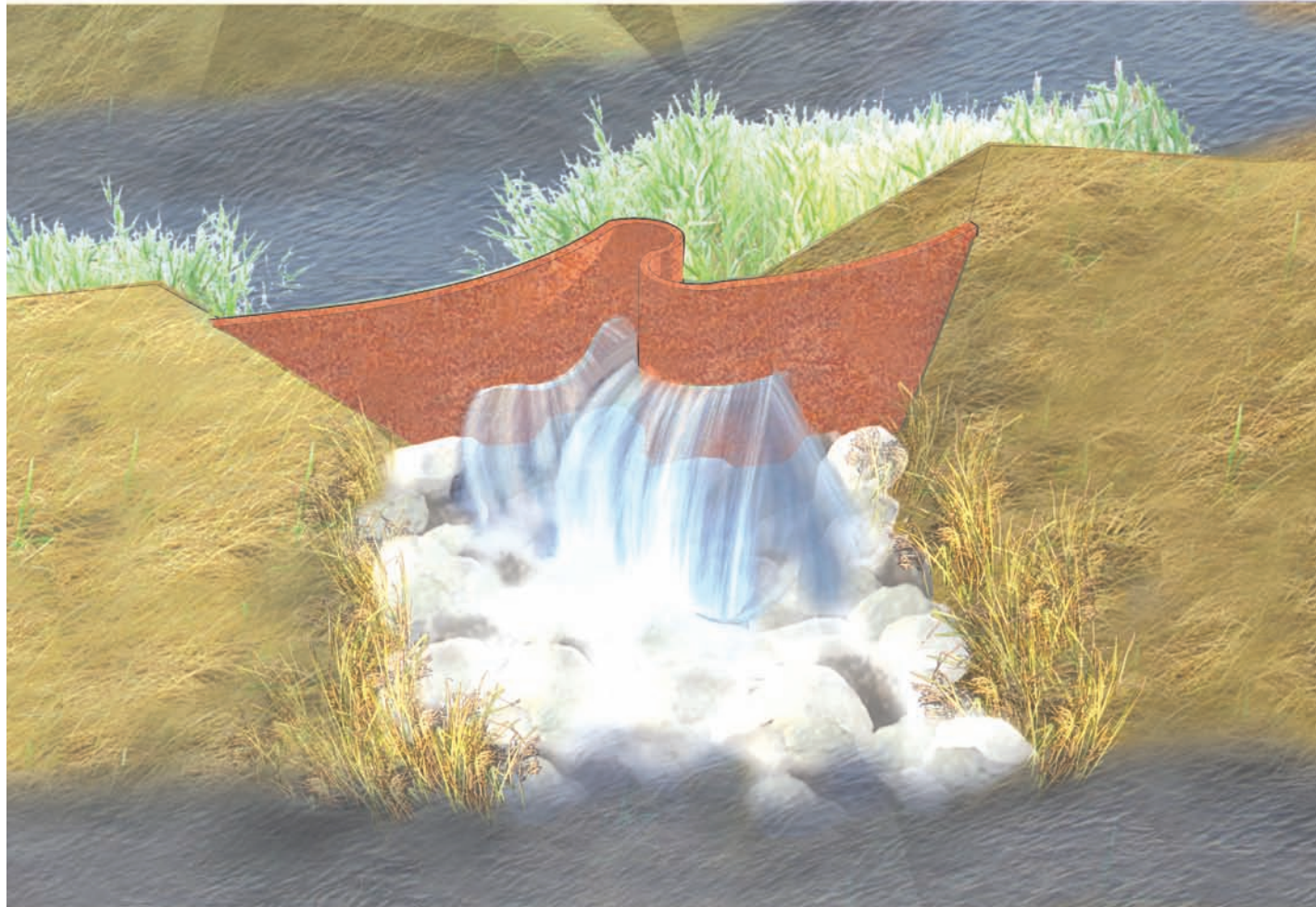
Vattenmagasinet är en torrlags plats när vattennivån i bäcken är låg. Där finns färgglada klot, av storleken 1,5 meter i diameter, som är förankrade med kedjor i marken. Materialet är plexiglas av färgerna röd, gul och blå. Kloten ska uppmuntra till interaktion och fungera som lekfulla inslag.

När vattennivån i vattendraget är hög kan vatten ta sig in i magasinet genom två öppningar vid de stensekvenser som är markerade på planen. När vatten fylls på i vattenmagasinet lyfter kloten och följer med vattnets flöde nedstöms.



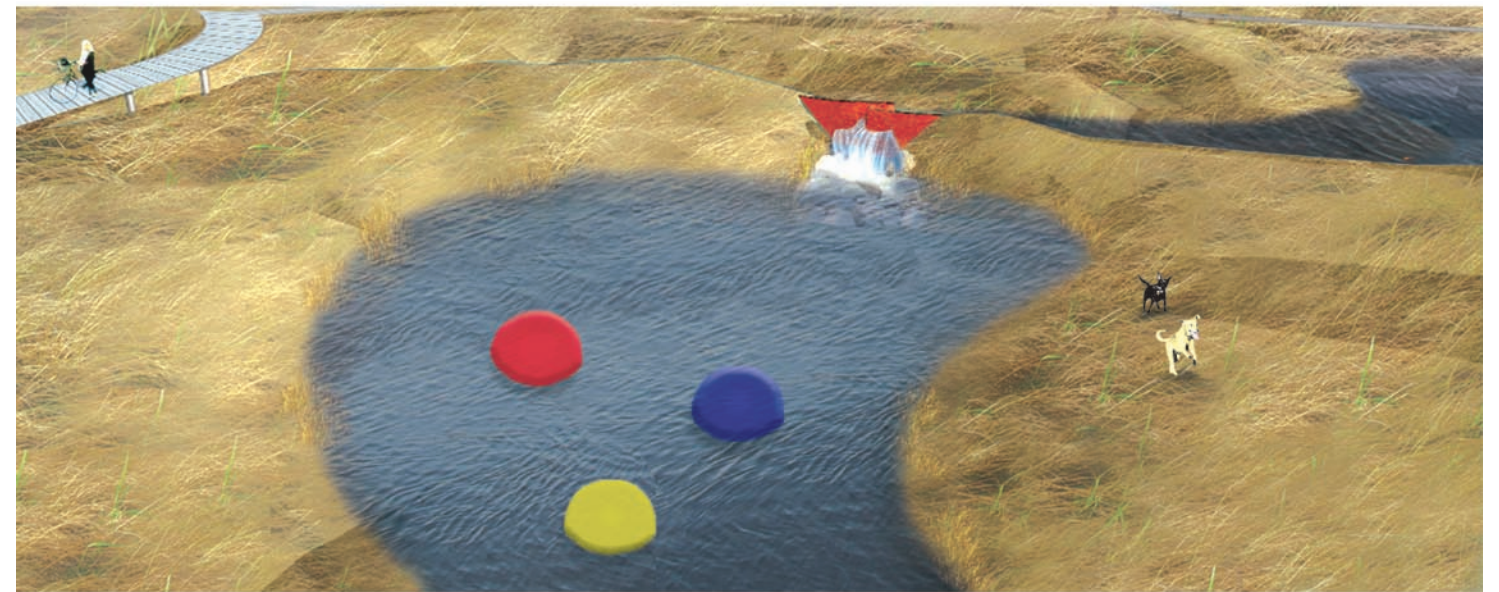
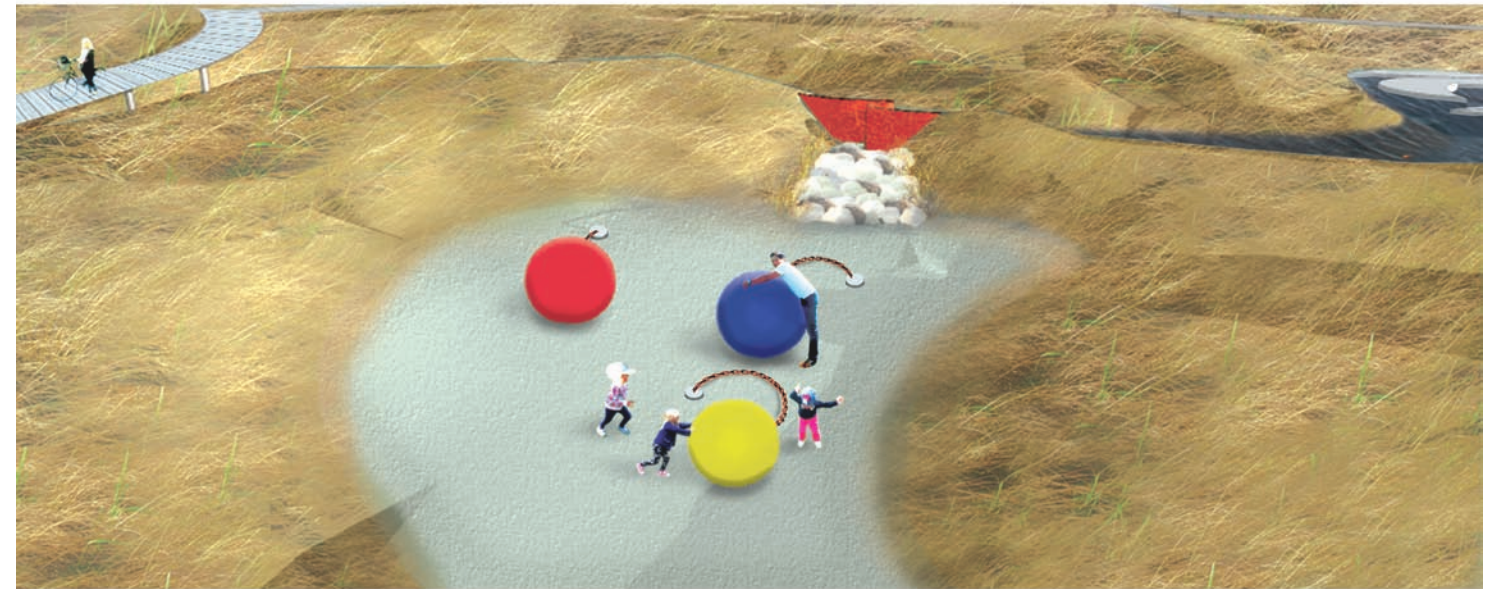
skala 1:400



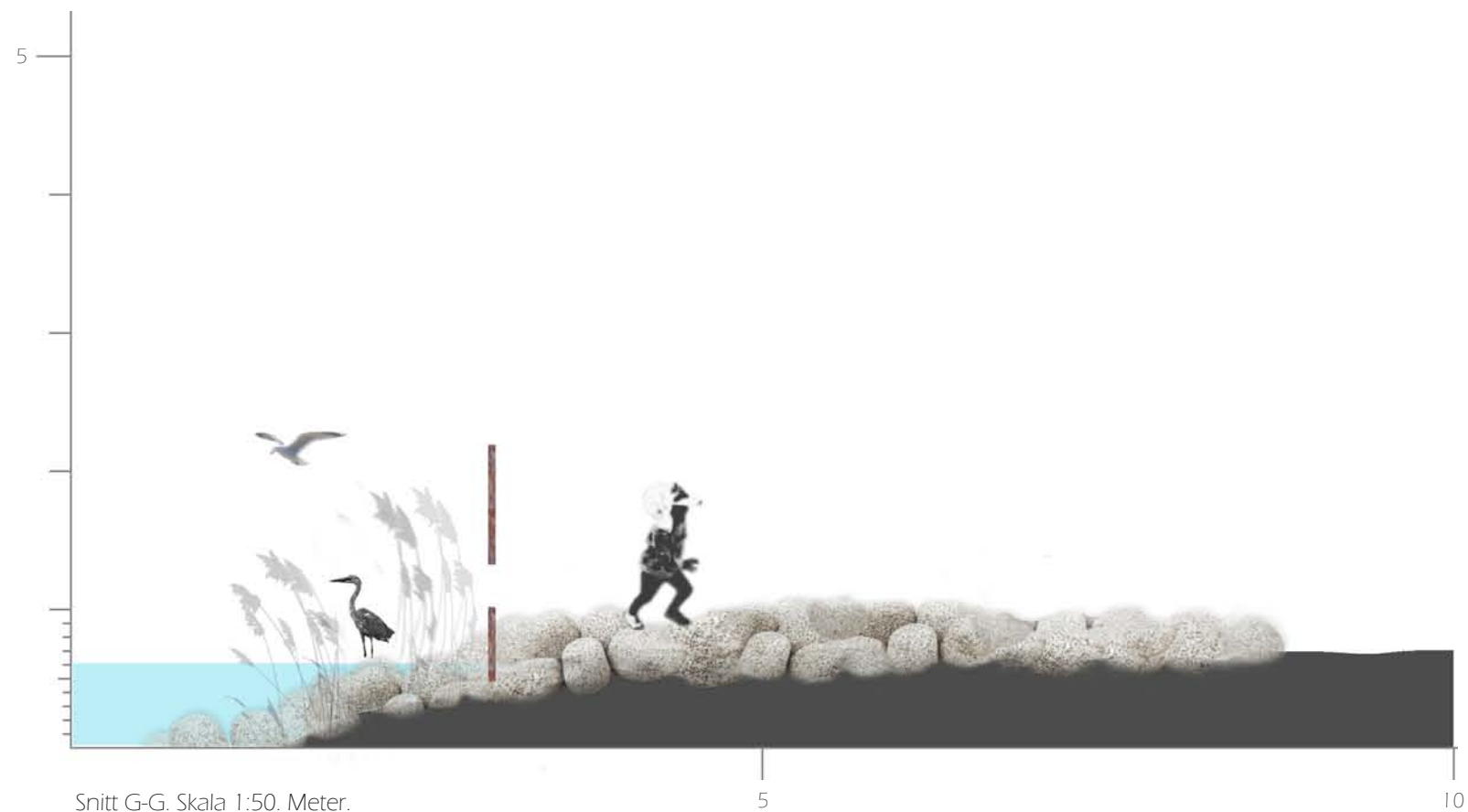


*Genom vågformade öppningar i en vägg av cortenstål pressas vatten ut i vattenmagasinet. Trycket från vattenflödet tas emot av en sekvens natursten. Väggen är böjd och låter på så sätt vattenflöden korsa varandra och ett intressant fall skapas.*

*Illustrationerna till höger visar hur platsens funktion och uttryck förändras när vattennivån i vattendraget varierar. Kloten, som är av plexiglas, kan man röra på och interagera med när vattennivån är låg. När vattnet fylls på så lyfter kloten och följer med vattnets flöde. De blir till spektakulära objekt i den i övrigt naturlika miljön.*



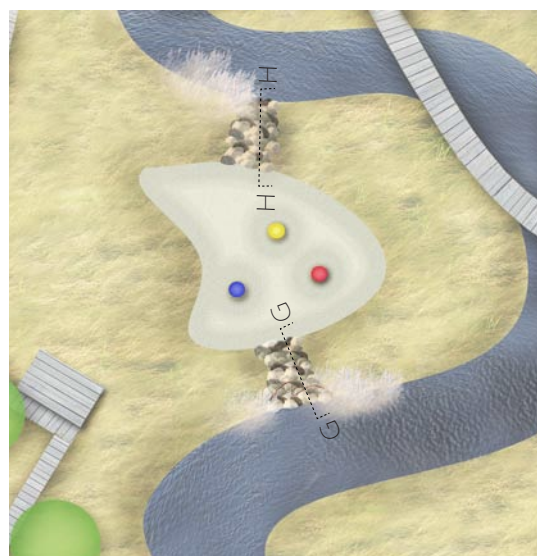




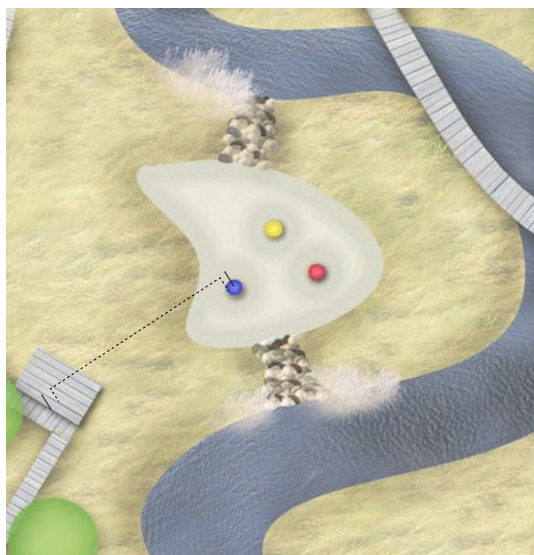
*Vattenmagasinet - entréer för vattnet.*

*Vattenmagasinet befinner sig på cirka 0,7 meter och har höga omkringliggande slänter. Det finns två entréer genom vilka vattnet kan passera och nå magasinet. Snitt G-G visar entrén uppströms. Här finns en 1,5 meter hög vägg i cortenstål där vattnet passerar genom två vågformade öppningar (som illustrationen på föregående sida visar). Vattennivån i bäcken måste vara cirka 1,2 meter för att vattnet ska passera här.*

*Vid den norra entrén, som ligger nedströms, hindrar stensekvensen vatten från att ta sig in i magasinet upp till cirka 1,5 meter. Det är emellertid ingen solid vägg utan stenarna möjliggör att vatten sakta kan sippra ut och in. Vattnet blir på så sätt inte stillastående här när vattennivån sjunker och vattenfallet uppströms blir synligt.*







*När vattenivån stiger fylls vattenmagasinet på med vatten och bildar en damm. De flytande kloten lyfter och följer med vattnets strömningar och samspelar på så sätt med vattnets flöden.*





*Viloplats med flytande vegetation.*

*I Sengkang floating wetland, beskrivet i Del 3, har man använt flytande vegetation för att rena vatten. Konstruktionen följer vattnets fluktuationer upp och ner och är på så sätt inte bunden till en specifik marknivå. Det var inspiration till denna plats men också till, de tidigare beskrivna, de flytande kloten.*

*Flytande vegetation är både en spännande estetisk detalj och samtidigt bra ur ett ekologiskt perspektiv. Min ursprungliga idé om att bedriva koloniverksamhet med vattenväxter var inget som jag utvecklade vidare. Istället blev det en konstruktion som är tillgänglig för allmänheten och som återkommer på flera ställen utmed vattenfåran. Den flytande vegetation är sammankopplad med en flotte där man kan sitta och på så sätt komma nära vattnet och vattenväxterna. Växterna planteras i kokosfiber.*



# AVSLUTNING

---

DEL 6

# SLUTSATS

## Hur förslaget möter översvämningssproblematik

Metod	Tillvägagångssätt
<div>3</div> <div>FÖRLÄNGA VATTENFÅRAN</div>	Vattenfåran är förlängd genom att den har blivit meandrad.
<div>4</div> <div>VATTENMAGASIN</div>	Två vattenmagasin har skapats. Det ena fylls på när vattennivån stiger men har vid låg vattennivå annan funktion. Det andra är i form av en våtmark.
<div>5</div> <div>VEGETATION</div>	Mer vegetation som kan ta upp vatten finns nu i området. Dels i form av skogsplanteringar på markerna runtomkring bäcken, dels genom våtmarken som finns utmed en del av vattendraget och den flytande vegetationen.
<div>6</div> <div>VIDGA VATTENFÅRAN</div>	Vattendraget har gjorts bredare. Vid inloppet från söder har extra stor plats skapats för att klara av att magasinera stora vattenmängder som kan flöda ut från kulverteringen. Slänterna är till största del sluttande. Undantag är terrasserna samt våtmarken där den angränsade marken är lägre och kuperad.



## Hur förslaget ökar ekologisk hållbarhet i området

- MEANDRING - Ett mer dynamiskt vatten skapas samtidigt som det möjliggör pool- och rifflessekvenser. Meandring saktar också ner vattenflödet och minskar erosionsproblematik.
- RIFFLES - Vatten luftas då det skapas turbulens och syre införlivas.
- VÅTMARKER & FLYTANDE VEGETATION - Växterna gynnar biologisk mångfald. De renar vatten genom dess upptag av näringsämnen samt att de vegetativa miljöerna möjliggör infiltration i mark. Växternas beskuggning bidrar till att balansera näringsinnehållet i vattnet och minskar risk för igenväxning på grund av för höga näringsnivåer.
- STABILISERADE SLÄNTER - för att förhindra erosion utmed slänterna har de gjorts mindre sluttande och förstärkts med cortenstål. Ett annat sätt att minska erosionsrisk och samtidigt gynna djurlivet på området är att en liten ö har placerats i vattenfåran framför en av krökarna. Vattnets hastighet saktas ner och fåglar kan häcka ostört.
- FÖRDÄMNING  
En mindre fördämning har skapats genom en konstruktion i betong. Den skapar turbulens i vattnet och möjliggör viss sedimentation.

## Hur gestaltningen tar fram vattnets potential

Gestaltningen har syftat till att skapa miljöer som tar tillvara på och framhäver vattnets naturliga egenskaper. Designdetaljer har utvecklats på ett sätt som främjar ekologiska aspekter. Särskild vikt har legat på vattnets dynamik. Det har framförallt handlat om att uppmärksamma dynamiken och att möjliggöra upplevelser vid olika vattenstånd. På samma sätt som Thaitakoo & McGrath betraktar staden (beskrivet i Del 3) har tillvägagångssättet varit att hantera arbetsområdet utifrån att det är ett vattenlandskap. Öppna och flexibla strukturer som tillåter ett naturligt vattenflöde har skapats och människor kan nu ta del av vattnets dynamik. Nedan beskrivs på vilka sätt som vattnet har gestaltats.

### Uppmärksamma

Att synliggöra vattnets dynamik har gjorts på flera sätt. Ett sätt är genom vattenmagasinet som fylls på när vattennivån har kommit upp till en viss höjd och annars är torrlagt. De flytande kloten bidrar till att man uppmärksammar dynamiken och händelsen i sig blir en attraktion. Höga vattenflöden är en förutsättning för flyteffekten.

De flöden som skapas genom cortenstålväggarna är ett annat sätt som synliggör skillnader i vattenstånd, eftersom flöden endast sker när vattnet är på en viss nivå.

De Vågade terrasserna synliggör också variationer i vattenstånd genom att vattnet fördelar sig olika vid betongdelarna beroende på dess nivå. Distinkta kanter visar tydligt nivåförändringarna.

### Tillgänglighet & sinnliga upplevelser

Upplevelser av vatten på nära håll möjliggör fysisk interaktion och man kan exempelvis uppleva vattnet taktilt och ljudmässigt på ett annat sätt än om man betraktar det på håll. De Vågade terrasserna är en plats där tillgänglighet

till vattnet vid olika vattennivåer möjliggörs genom de skilda höjderna på terrasstegen.

Taktila upplevelser möjliggörs av att känna på flöden som bland annat uppkommer vid de fall som skapas genom designen. För att begränsa antal material har cortenstål fått vara det bärande materialet för att skapa fall. Fallen uppkommer genom att vatten pressas ut ur öppningar av olika storlekar och former i cortenstålet. Vid vattenmagasinet är det också böjt och låter på så sätt flöden korsa varandra. Turbulenta flöden kan upplevas av de Vågade övergångarna av betong där objekten skapar turbulens och olika strömningar som kan upplevas taktilt. De Vågade övergångarna uppmuntrar till interaktion med vattnet genom att de ligger i vattenfåran.

Att fysiskt uppleva vattnets dynamik kan man göra genom att sitta på någon av flottarna som rör sig med vattnets flöde.

Spångsystemet vid våtmarken möjliggör inte en fysisk närhet till vattnet eftersom man befinner sig en bit ovanifrån det. Det skapas ändå en speciell upplevelse av att ha vatten rakt under sig. Det är skillnad mellan att stå på solid mark och att stå på centimetertjocka bräder med rörligt vatten under.

Ett annat sätt att uppleva vatten är att se det akvatiska liv som finns under vattenytan vilket man kan göra vid Sichang-Road Teahouse, som tidigare är beskrivet. Det hade kunnat utvecklas i samband med väggarna av cortenstål men jag fokuserade då istället på att skapa olika typer av flöden.

Vatten skapar många visuella upplevelser. Här kan vatten i olika miljöer beskådas. Omgivningen reflekteras i vattnet som nu är klarare eftersom ett friskare och mindre näringsrikt vatten ökar dess transparens.

## REFLEKTION

*I denna del görs en reflektion över arbetet och arbetsprocessen. Här behandlas tillvägagångssätt, ämne och resultat på ett mer övergripande plan. Reflektioner görs över brister, svårigheter, sådant som fört arbetet framåt och varit bra, samt vad man kan bära med och lära sig av arbetet samt nya frågeställningar som uppkommit.*

### Vatten i urbana landskap

#### Klimatförändringar

Klimatförändringar är i flera avseenden ett mycket omtalat ämne. Mest handlar debatten om hur vi kan minska vår belastning på miljön och då framförallt genom minskade utsläpp av växthusgaser. Närodlat, källsortering, hållbarhet, kollektivtrafik, listan över miljörelaterade ämnen kan göras lång. Frågan är om människor i allmänhet förstår konsekvenserna av klimatförändringar.

Jag har själv haft svårt att förstå hur vi kan drabbas av ett förändrat klimat. Genom att undersöka hur förändringarna kan komma att drabba en specifik plats, i detta fall Risebergabäcken, blir det mer greppbart och man kan bättre förstå komplexiteten i hur klimatförändringar kan drabba oss. Jag inser samtidigt att det finns mycket mer kunskap att inhämta och att jag egentligen bara skrapat på ytan. Fokus har legat på hur vattennivåerna på platsen kommer förändras eftersom det är översvämningsproblematiken jag i första hand valt att hantera. Det har också uppkommit en rad nya frågeställningar av faktorer som är av betydelse i området, exempelvis inträngning av salt och andra ämnen i grundvattnet, samt förändrade förutsättningar för flora och fauna på grund av det förändrade klimatet. Jag har inte haft möjlighet att hantera dessa frågor även om de i sig är mycket viktiga och jag ser här möjliga ämnen att forska vidare på.

#### Källkritik av litteratur om klimatförändringar

Det finns en hel del skrivet om klimatförändringar och medan jag skriver detta håller nya studier på att göras och nya prognoser ställas. Jag har beskrivit både naturliga variationer och mänsklig påverkan för att återge en nyanserad bild av ämnet och jag har i min rapport också betonat osäkerheten vad gäller prognoser för ett framtida klimat.

I den mediala skildringen så har det förändrade klimatet fått stort utrymme under senare år. Vi får ta del av forskningsrön och uttalanden om klimatförändringar som ofta uppmålas som hot mot mänskligheten. Det är uppenbart att ämnet engagerar och många vill komma till tals. Olausson har undersökt medias rapporteringar och skriver att klimatförändringar ofta uppmålas som sanningar i media. Enligt henne är ett viktigt nyhetskriterium att en händelse inte får vara alltför komplicerad. Vetenskapliga resultat är ofta av stor osäkerhet och ambivalens. Rapporteringar om klimatförändringar förenklar ofta de vetenskapliga rönen för att passa in som nyhet. Exempelvis menar hon att forskarna inte med säkerhet har kunnat fastställa att förändringarna i klimatet beräknas de faktiska konsekvenserna för miljön av uppvärmningen eller varit säker på tidsspann. Under senare tid har emellertid osäkerheten kring klimatfrågan vad gäller uppvärmningen, dess orsaker och konsekvenser minskat. Olausson menar ändå att vi bör vara kritiska till nyhetsrapporteringen om klimatet och komma ihåg att den inte är en direkt avspegling av verkligheten. Medierna arbetar under speciellt villkor där tidspress och krav på ekonomisk lönsamhet kan inverka på nyheternas utseende. Samtidigt menar hon att vi bör ha tilltro till att alla seriösa nyhetsjournalister har som målsättning att rapportera om samhällsrelevanta händelser och skeenden. (Formas, 2010)

Jag har utgått från SMHI's beräkningar när det gäller det framtida klimatet. Detta är på grund av att jag bedömde det som en säker källa samt att jag inte heller funnit andra studier av klimatet i Malmö som inte refererat till SMHI.

Man håller emellertid i dagsläget på SMHI på med att ta fram en ny rapport åt länsstyrelsen i Skåne län men den är under tiden jag skriver ännu inte färdig (Bergström, S., pers. medd., 2011). Eftersom forskning om klimatförändringar ständigt utvecklar ny kunskap så kan SMHI's rapport från 2006, vilken jag använt mig av, ses som en aning förlegad. Det är emellertid den senaste som finns att tillgå och ger en uppfattning om var klimatförändringarna är på väg. Det som verkar troligt är att klimatförändringarna går i allt snabbare takt än det man förutspått 2006 så utfallen lär inte bli mindre kraftfulla än de scenarier som uppmålats i denna uppsats.

#### Debatten idag

Diskussioner om hur man som nation och medborgare kan minska sin belastning på miljön är bra. Det är nödvändigt. Något som jag saknar är en bredare debatt om klimatanpassning. Det finns projekt och idéer kring detta i Malmö stad. Det handlar då främst om lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) vilket är en mycket viktig åtgärd. Det skulle emellertid vara intressant att höra en diskussion om andra typer av metoder gällande klimatanpassning. Att Malmö stad planerar att mura in staden kanske är nödvändigt men det är i mina ögon inte klimatanpassning. Det innebär snarare att gömma sig för förändringarna och osynliggöra dem. Jag vill se alternativ som välkomnar förändringar tvärt emot att endast betrakta dem som hot mot vårt samhälle.

#### Samarbete & strategier

Under arbetets gång har jag upptäckt att det finns många osynliga gränser i landskapet som styr hanteringen av olika vattenelement. Sådana gränser kan vara olika klassificering av mark, kommungränser eller om de, som i Risebergabäckens fall, ingår i dikesföretag. Något som jag också upplever är att det saknas en övergripande samordning mellan de olika förvaltningarna inom



Malmö kommun framförallt när det gäller klimatförändringar. Risken finns att en helhetsbild över vattenhanteringen går förlorad. Vatten är, som tidigare nämnt, dynamiskt och rör sig oberoende av dessa gränser i landskapet.

Frånvaro av kommunikation och integrerad lösning av vatten i urbana miljöer är något som belyses av Geiger. Eftersom vatten genomsyrar hela samhället och hanteras av olika professioner borde det vara logiskt att alla de yrkesgrupper som hanterar vatten samarbetar och börjar se vatten utifrån dess komplexitet. Han menar att alternativ till den separation som finns mellan tekniska vattensystem och vatten som rekreativt material måste börja diskuteras. För att arbeta med vatten på ett ekologiskt hållbart sätt behöver man förstå och möjliggöra vattnets kretslopp. Dreiseitl anser att det bör hanteras kreativt och öppet, att exempelvis använda det som en del av arkitekturen. (Dreiseitl, H. et al., 2001) Till viss del gör man redan det genom lokalt omhändertagande av dagvatten och denna metod kan rent av betraktas som en trend i många moderna städer. Liknande metoder som dessa skulle kunna utvecklas och användas i högre grad i staden.

## Arbetsområdet & avgörande val

### Val av vattendrag

Risebergabäcken är inget stort vattendrag. Att jag valde att arbeta med just Risebergabäcken var att jag av en händelse kom över problematiken kring den. Metoderna som jag tagit fram i detta arbete är applicerbara även på andra vattendrag.

Eftersom jag tidigt bestämde mig för att arbeta med Risebergabäcken har jag inte gjort en övergripande avscanning av andra möjliga platser i Malmö stad eller i delar av Sverige eller världen.

### Arbetsområdets lokalisering

Utifrån att jag skapar miljöer som delvis syftar till att upplevas kan man ifrågasätta

mitt val av plats. Kanske hade mina designintentioner fungerat bättre på en annan plats utmed Risebergabäcken eller Sege å, som också kommer drabbas av klimatförändringar. Något som inverkar negativ på platsen är Inre Ringvägen som är belastad av mycket tung trafik. Denna kommer dra ner det rekreativa värdet av gestaltningen även om jag har gjort åtgärder som syftar till att minska upplevelsen av den. En annan aspekt av platsens lokalisering som kan ses som negativ är att den ligger lite avsides Malmös centrala delar. Kanske kommer intresset av att åka till platsen för att uppleva dessa miljöer vara lågt. Något som däremot talat för platsens läge är närheten till Bulltofta rekreatiomsområde som är ett välbesökt och uppskattat område samt att det faktiskt finns bostadsområden i närheten.

Mitt val av plats styrdes i första hand av att jag ville arbeta med Risebergabäcken. I andra hand styrdes det av storleken av översvämningsproblematiken och vilket område som var mest strategiskt att arbeta med utmed Risebergabäcken utifrån framtida klimatförändringar.

## Arbetsprocess

### Övergripande förståelse

Mitt tillvägagångssätt fram till gestaltningsförslaget har till stor del inneburit att ringa in problematik kring, eller aspekter som berör, mitt arbetsområde och mål med uppsatsen. Problematiken har varit kopplad till historiska och nutida förändringar i urbana landskap, samt framtida klimatförändringar. Dessa har jag sedan återgivit en övergripande bild av. Även de faktabaserade och beskrivande delarna av olika processer i landskapet, som hydrologiska och miljömässiga, har varit övergripande. Det finns alltså mycket mer att hämta ur de ämnen som jag berört i min uppsats men jag har fått avgränsa mig utifrån den tid som jag haft till förfogande och uppsatsens omfattning. Att se saker ur ett större perspektiv finner jag mycket intressant och spännande samtidigt som det inte är hållbart

att bortse från dessa delar när man arbetar med landskapet. Denna strävan efter att skildra en samlad bild av många aspekter har lett till att innehållet fram till gestaltningsförslaget överlag är förenklat och mer övergripande än det är djupgående.

Något som varit avgörande i att skapa denna översikt är de samtal med yrkesmän som jag haft under uppsatsskrivandet. Genom att samla olika kompetenser skapar man förutsättningar för att fler aspekter och möjligheter diskuteras och utvecklas. Vi som landskapsarkitekter har exempelvis inte kunskap om alla tekniska aspekter som ingenjörer besitter men vi har istället en mer övergripande kunskap om planering och gestaltning och vi alla har något att lära av var och ens kompetens.

### Inspiration

Metoder att möta stigande och fluktuerande vattennivåer har identifierats genom litteraturstudier samt genom att undersöka projekt där man har arbetat med översvämningsproblematik eller fluktuerande vattennivåer.

Att studera exempel har varit del i att öka min förståelse för ekologi och hydrologi, samt hur man kan arbeta med vatten på spännande sätt. Framförallt har det varit det till inspiration för min egen gestaltning. Även om omständigheter kring exemplen på olika sätt skiljer sig från mitt eget arbetsområde så fanns det flera idéer som jag tog intryck av och vidareutvecklade i min egen design. Kristianstad Vattenrike och dess översvämningsmarker var ett exempel som jag fann mycket inspirerande. Jag insåg emellertid tidigt att platsen jag valt att arbeta med inte hade samma möjligheter framförallt i avseende av dess storlek. Det som på många sätt gjorde Kristianstad Vattenrike så fantastiskt var just de stora arealer som fanns till förfogande.

### Svårighet att göra korrekta beräkningar

Svårigheten att med säkerhet veta hur klimatförändringar kommer att påverka

oss i framtiden gör det också mycket svårt att veta hur pass kraftfulla åtgärder som behövs för att mildra konsekvenserna av dem. Den senaste prognosen av en sammantagen havsnivåstigning ligger på mellan 0,8-1,6 meter fram till 2100 (Grafton, R. et al., 2011). Det är mycket höga värden om man därtill lägger tillfälliga fluktuationer i vattenståndet. En aspekt som påverkar platsen i framtiden är om man tillämpar skyddsåtgärder vid Malmös kustlinje. Då kommer scenariet för mitt arbetsområde att se annorlunda ut. Tillfälliga förändringar i havsnivån på grund av påverkan av vind kommer inte vara så påtagliga men fortfarande kommer ett framtida klimat påverka platsen med förhöjda grundvattennivåer och tillfälliga belastningar av intensiva regn som man måste magasinera.

På grund av osäkerheten i scenarierna och det tidsspann som ändå finns fram till dessa nivåer, samt de eventuella skyddsåtgärder som kommer tillämpas vid Malmös kustlinje, har min utgångspunkt varit att göra ett gestaltningsförslag som fungerar idag men som också som tillåter förändringar i klimatet. Det går inte att bygga om hela Malmö stad för att ta hand om ökade havsvattennivåer eller stå emot ökade nederbörds mängder men med stor sannolikhet behövs det kraftfulla åtgärder. Troligtvis behövs det också insatser på olika håll som sammantaget minskar sårbarheten för staden och dess invånare. Mitt gestaltningsförslag är en möjlig åtgärd och det är en början till anpassning.

## Kompletterande åtgärder

I arbetsområdets omgivning finns marker som kan kopplas samman med platsen och på så sätt öka dess rekreativa värde. Framförallt är det Bulltofta rekreationsområde som inte ligger långt ifrån. För att låta mitt gestaltningsförslag komma bättre till sin rätt och öka dess rekreativa värde hade man kunnat utveckla ett grönt stråk och öppna upp bäcken till och från Bulltofta rekreationsområde. Detta område är ett stort och mycket kvalitativt rekreationsområde och båda platserna skulle dra nytta av länken.

## Design/planering

Jag har i mitt arbete kombinerat arbete i den lilla skalan med problematik utifrån ett större sammanhang. Min syn på landskapsarkitektens roll är att det är grundläggande att se till båda dessa skalor och landskapets komplexitet. Många av mina tankegångar har i denna uppsats varit i den större skalan och utifrån ett planeringsperspektiv. Ibland har glappet mellan skalorna varit påtagligt och det är inte helt lätt att aktivt arbeta på det sättet och få övergången att kännas naturlig.

## Behov av ökad kunskap

Som jag nämnt tidigare finns det delar i min uppsats där mer kunskap finns att inhämta och som jag hade velat undersöka närmare. Det är bland annat hur klimatförändringar kommer att påverka arbetsområdet i framtiden. Mitt fokus har där legat på förändringar i vattenståndet medan andra frågor lämnats åt sidan. Hur påverkar exempelvis inträngning av salt och andra ämnen flora och fauna? Hur stora halter är skadliga och vid vilka vattennivåer tar de sig in i grundvattnet? Finns det annat som jag har förbisett?

En aspekt som jag inte har undersökt är vilket akvatiskt liv som finns i Risebergabäcken och vilka behov specifika arter har. Jag har istället valt att skapa miljöer som på ett mer generellt sett gynnar välmåendet av det akvatiska livet.

## Kompletterande undersökningar

Mitt angreppssätt av en gestaltning av Risebergabäcken har varit utifrån mina specifika målsättningar. Det kan således finnas andra intressen, kopplade till helt andra frågor i området som man skulle behöva ta hänsyn till om man bestämmer sig för att verkställa en omgestaltning av Risebergabäcken. En fråga som kan påverka är den ekonomiska aspekten som jag inte har tagit hänsyn till i någon större grad. Utgångspunkten har emellertid hela tiden varit att göra

ett realistiskt förslag utifrån den problematik som finns i området idag och som förväntas drabba området i framtiden.

Något som Dreiseitl framhåller i arbetet med vatten är behovet av att experimentera med det (Dreiseitl, H. et al., 2001). För att få en uppfattning om hur en design med vatten fungerar i verkligheten skulle man alltså kunna göra pilotstudier av vattnets flöde, det vill säga mindre försöksstudier där vattnets väg och rörelser undersöks. Eftersom vatten är ett material som man ofta inte med säkerhet vet hur det fungerar skulle denna typ av undersökning vara intressant.

## Verktyg

### Min process

Att skissa i 2D genom sektion och plan för att utveckla mitt gestaltningsförslag fungerade överlag bra. Det låste sig emellertid vid ett par tillfällen och jag kunde inte komma vidare med min design. Jag hade helt enkelt svårt att se framför mig topografi och gestaltning i 3D- perspektiv. Jag kom vidare genom att arbeta fram former i lera. På ett helt annat sätt kunde jag då förstå och utveckla gestaltningen. Tillvägagångssättet var samtidigt ett mycket effektivt och enkelt sätt att snabbt testa olika idéer.

Problemet är att när man skissar i plan och sektion så ser man inte hela topografin. Topografin har varit särskilt viktig för mitt arbete eftersom det bestämmer vattnets väg i området. Förstår man inte topografin vet man inte heller vilka vägar vattnet tar och vilka former vattnet skapar vid olika nivåer.

## Karta, sektion & 3D- avbildningar

Något som Mathur & da Cunha är kritiska mot är den vedertagna avbildningen av landskap genom karta. De talar om vatten och land som mer komplexa än så och framhåller avbildning i sektion. Författarna menar att sektioner suddar ut den distinkta linje som finns mellan vatten och land på kartan. (Mathur, A. &



da Cunha, D., 2009) Mitt tillvägagångssätt har varit att arbeta med topografi i Sketch-up och lera som komplement till karta. Man kan nämligen också se sektion som en endimensionell bild av verkligheten, även om sektion i komplement till karta förstärker förståelsen av landskap. Genom att bygga upp en modell som man virtuellt kan gå runt i kan man se landskapet från olika vinklar och avstånd och det är på så sätt ett alternativ till sektion som endast visar landskap utifrån en vinkel. En nackdel med Sketch-up är att det är svårt att ta reda på exakta avstånd även om man genom att placera in objekt som man kan relatera till, exempelvis människor, träd och byggnader, kan bidra till att förstärka förståelsen av avstånd och skala på platsen.

Jag upplever att lera och Sketch-up har olika fördelar. Med lera utvecklar man den kreativa processen och skapar former snabbt. Fördelar med Sketch-up är kanske snarare dess förmåga att med rätta perspektiv i efterhand visa hur en gestaltad plats kommer se ut för de som har intresse av att visuellt se det. Man kan låta människor själva utforska miljöerna i modellen utifrån perspektiv som är av intresse för dem. Det kräver emellertid mycket arbete att bygga upp miljöer i detta program och programmet har, liksom andra digitala program, sina begränsningar.

## Att ta med sig från arbetet

Min förhoppning är att uppsatsen väcker nyfikenhet och diskussion kring åtgärder av översvämningsproblematik som utgår från vatten som ett dynamiskt material, vars dynamik man framhäver snarare än kontrollerar genom ett statiskt förhållningssätt. Det är särskilt viktigt att de som på något sätt arbetar med stadsplanering öppnar upp ögonen för ett framtida förändrat klimat och skapar miljöer som kan hantera en föränderlig natur.

Jag vill också att uppsatsen uppmuntrar till ett större engagemang och intresse för vatten som material och hur man kan utveckla gestaltningen av det.

## VIDARE TANKAR

Något som jag har funderat över under arbetets gång är hur små vi människor är men hur stor påverkan vi trots det lyckats ha på vår jord. Om vi väljer att vara skonsamma mot landskapet kan vi också vara en del i att skapa stora positiva förändringar.

Jag har också tänkt mycket på hur sårbara vi är gentemot klimatets krafter. Samtidigt som det är en skrämmande tanke är det lika fascinerande att inse att vår jord är så mycket större än oss och att vi kanske rent av inte kan skydda oss från allt. Människor har redan idag drabbats hårt av klimatförändringar. Ett exempel är miljonstaden Lima som lider av vattenbrist på grund av att Andernas glaciärer smälter. Man har också nyligen kunnat följa översvämningskatastrofen i Thailand och Pakistan, samt katastrofen i New Orleans där stadens skyddsvallar förstördes på grund av orkanen Katrina och det låglänta landet dränktes i vatten. Vårt land har relativt goda resurser att arbeta med klimatet och bättre geografiska och topografiska förutsättningar än många andra länder och platser. Exempelvis kommer länder med låglänt och flackt landskap få det svårare och svårare allteftersom havsvattennivån stiger.

Stora städer har ofta utvecklats i kustnära områden. Stadsplanering har också under senare år fokuserat på bebyggelse av kustnära platser. Enligt Åkesson med flera kommer en höjning av havsnivån få stora konsekvenser för Skåne då betydande delar av kuststräckan är utsatt för hårt exploateringstryck. Den översiktliga analysen av översiktsplanerna visar dessutom att det i Skåne planeras cirka 10 km<sup>2</sup> bebyggelse under nivån +5 meter. (Åkesson, M., et al., 2008) Bebygger man kustnära lägen måste det vara utifrån teknologi eller lösningar som inte är sårbara för stigande havsvattennivåer.

Köpenhamn och Malmö planerar för en befolkningsökning på respektive 100 000 personer. Malmö räknar med att det tar 20 år innan staden vuxit så mycket. Båda städerna har också idéer om konstgjorda öar utanför kusten. I Malmö ser man hur öarna kan bidra med att skydda staden när havsnivån stiger, samtidigt som människor ska kunna bo där och ha nära avstånd till centrum. Sangberg ser

översvämningsrisken som en anledning till att bygga öarna. Visionen ska skapa plats åt 25 000 bostäder och 2,8 miljoner kvadratmeter yta för arbetsplatser. (Bergström, B-M. & Bävman, J., 2011)

Jag finner idén om öar spännande samtidigt som jag frågar mig om det verkligen är så klokt att bygga vid havet. Borde det inte vara mer strategiskt att låta bostadsbyggandet koncentreras till högre marknivåer inåt land? Varför släpper man inte idén om att bebygga kustnära när man känner till riskerna? Idag är vi inte beroende av havet som vattenleder på samma sätt som förr. Är det då på grund av ekonomiska intressen? Är efterfrågan helt enkelt så pass stark på grund av att människans kärlek till havet är så kompromisslös?

En följdfråga om man väljer att bebygga inåt land är hur man kan skapa alternativ till att bo kustnära men ändå uppleva närheten av vatten.



## FIGURFÖRTECKNING

**Figur 1.** Lantmäteristyrelsens arkiv. We-111, Malmö stad. 1816. ©Lantmäteriet.

**Figur 2.** *Sumpskog*. 2007. ©Nilsson, D.

**Figur 3.** *Graf, temperaturförändring*. Källa: SMHI. Hemsida. [Elektronisk] (2007)

Tillgänglig: <http://www.smhi.se/klimatdata/klimatscenarier/klimatanalyser/sveriges-framtida-klimat-1.8256> [hämtad 2011-09-20] ©Rossby center, SMHI

**Figur 4&5.** *Översvämningskartor & Skiss till kustskydd för Malmö*. Källa: Malmö stadsbyggnadskontor (2008). Dialog-pm 2008:2: *Klimatet, havsnivån och planeringen*. [Elektronisk] Tillgänglig: [http://www.malmo.se/download/18.1c002f7b12a6486c372800012055/Havs\\_niva\\_Dialog\\_pm.pdf](http://www.malmo.se/download/18.1c002f7b12a6486c372800012055/Havs_niva_Dialog_pm.pdf) [hämtad 2011-09-01] ©Malmö stadsbyggnadskontor

**Figur 6-7.** *Bishan park*. ©Atelier Dreiseitl

**Figur 8-10.** *Shanghai Houtan Park*. ©Turenscape

**Figur 11.** *Isternäset, Kristianstad*. 2011. ©Encalada, J.

## KÄLLFÖRTECKNING

### Muntliga & opublicerade

Bergström, S. (sten.bergstrom@smhi.se) 2011-10-13 SV: *kartmaterial i examensarbete* Epost till J Särnsjö (johanna.sarnsjo@gmail.com)

Billqvist, S. Utredningsingenjör. VA SYD, Malmö. Samtal & E-post juni 2011- april 2012.

Hammar, M. *Wetland Vegetation (systematic, ecology and introduction methods)*. Föreläsning 2010-04-26.

Jagaric, N. Naturgeograf. Gatukontoret, Malmö. Samtal november- december 2011.

Mattsson, A. Landskapsingenjör. Gatukontoret, Malmö. Samtal 2011-09-20.

Milotti, S. Utredningsingenjör. VA SYD, Malmö. Samtal & E-post juni 2011- april 2012.

Persson, P (Par.Persson@lansstyrelsen.se) 2012-02-29 VB: VB: *fråga landhöjning* Epost till Särnsjö J. (johanna.sarnsjo@gmail.com)

### Tryckta & elektroniska

Andersson M., Lundström K., Rankka W. & Rydell B. (2008) *Erosion och sedimenttransport i vattendrag*. Linköping.

Angel, C. (2008). *Kolonin fruktar ny översvämning*. Sydsvenskan. [Elektronisk] Tillgänglig: [http://www.sydsvenskan.se/malmo/article374731/Kolonin-fruktar-](http://www.sydsvenskan.se/malmo/article374731/Kolonin-fruktar-ny-oversvamning.html)

[ny-oversvamning.html](#) [hämtad 2011-09-20]

Barker, T. (red. ) (2007). *Climate change 2007: Synthesis report* [Elektronisk] Tillgänglig: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf) [hämtad 2011-09-12]

Bava, H., Hoessler M. & Philippe, O. (2009) *Territories (from landscape to city)*. Berlin.

Bergström, B-M. & Bävman, J. *Köpenhamn vill växa på nya öar* (1 oktober 2011). Sydsvenskan, s. N12-N13

Brönmark, T., Ericson, G. & Stahre, P. (2003) *Risebergabäcken på väg att kollapsa på grund av överbelastning*. Malmö.

Carlsson, B., Bergström, S., Andréasson J., & Hellström, S-S. (2006) SMHI Rapport: Hydrologi No 19, 2006. *Framtidens översvämningsrisker*. Tillgänglig: [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.67551RH19%5B1%5D.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.67551RH19%5B1%5D.pdf) [hämtad 2011-09-15]

Den virtuella floran. Hemsida. [Elektronisk] (1999) Tillgänglig: <http://linnaeus.nrm.se/flora/veg/fukt.html> [hämtad 2012-01-09]

Dreiseitl, H., Grau, D., & Ludwig, K. H. C. (red.) (2001) *Waterscapes planning, (building and Designing with Water)*. Tyskland.

Dunnett, N., Hitchmough, J. (red. ) (2004). *The dynamic landscape (design, ecology and management of naturalistic urban planting)*. London & New York.

Ekologgruppen (1995) *Förslag till vattenvårdande åtgärder i tre vattendrag inom Malmö kommun*. Malmö.

Ekologgruppen Hemsida. [Elektronisk] (odat.) Tillgänglig: <http://83.233.227.100/eg/sege/data.php> [hämtad 2011-11-04]

Expo-net Hemsida. [Elektronisk] (odat.) Tillgänglig: <http://www.expo-net.dk/Svenska/Produkter/Bygg%20-%20anl%C3%A4ggning/F%C3%B6rdr%C3%B6jningsmagasin/Vad%20%C3%A4r%20ett%20f%C3%B6rdr%C3%B6jningsmagasin.aspx> [hämtad 2012-03-14]

Formas (forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande) (2010) *Sverige i nytt klimat (vårvarmt utmaning)*. Stockholm.

Gordon, N., McMahon, T. & Finlayson, B. (1992) *Stream hydrology (an introduction for Ecologists)*. West Sussex, England.

Grafton, R. O. & Hussey, K. (red.) (2011) *Water resources Planning and Management* [online] Cambridge Tillgänglig: Knovel [2012-01-12]

Grip, H. & Rodhe, A. (1985) *Vattnets väg (från regn till bäck)* 3 uppl. Karls-hamn.

Gustavsson, R. & Ingelög, T. (1994) *Det nya landskapet*. Jönköping.

Hansjakob, G.& T. (2002) *Designing with water: Promenades and water features*. München.



Hayter, J. A. (2007). Los Angeles River Urban Wildlife Refuge: A vision for Parks, Habitat, and Urban Runoff by Community Development by Design (EDRA/ Places Awards 2007 – Planning). *Places*. [Elektronisk], 19(3). Tillgänglig: <http://escholarship.org/uc/item/1588279m#page-1> [hämtad 2011-10-10]

Holgersson, B., Hedlund, T., Ahlroth, S., Frost, C., Rosenqvist, P & Thörn P. (2007) SOU 2007:60 *Klimat- och sårbarhetsutredningen* [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.regeringen.se/content/1/c6/08/93/34/05245f39.pdf> [hämtad 2011-09-12]

IVL Svenska Miljöinstitutet. Hemsida. [Elektronisk] (2011) Tillgänglig: <http://www.ivl.se/projekt/uppdrag/uppdrag/greenclimeadapt.5.7df4c4e812d2da6a416800074207.html> [hämtad 2011-12-21]

Kalin, K-S. *Framtidens sjöar: grönare, grumligare, giftigare* (14 augusti 2011). Sydsvenskan, s. A8-A9

Knutsson, S. & Morfeldt, C-O. (1973) *Vatten i jord och berg*. 2 uppl. Stockholm.

Kristianstads kommun. Hemsida. [Elektronisk] (2009) Tillgänglig: [http://www.vattenriket.kristianstad.se/fokus/2009\\_08.php](http://www.vattenriket.kristianstad.se/fokus/2009_08.php) [hämtad 2011-10-03]

Kristianstads kommun. Hemsida. [Elektronisk] (odat. a) Tillgänglig: <http://www.vattenriket.kristianstad.se/temaomraden/tatortsnara.php> [hämtad 2011-10-03]

Kristianstads kommun. Hemsida. [Elektronisk] (odat. b) Tillgänglig: <http://www.vattenriket.kristianstad.se/temaomraden/vatmarksområdet.php> [hämtad 2011-10-03]

Lindqvist, M., Sjöstedt, O. & Svensson, A. (1998) *Vägverket Region väst- Vägar och våtmarker (Ett ekologiskt inspirationsprojekt utefter nya E6 Halland)*.

Magnusson, S-E. (red.) (2009) Rapport 2009:08: *Ekosystemtjänster- ett verktyg för hållbar utveckling* [Elektronisk] Tillgänglig: [http://www.vattenriket.kristianstad.se/fokus/pdf/2009\\_08\\_Ekosystemtjanstkonferens.pdf](http://www.vattenriket.kristianstad.se/fokus/pdf/2009_08_Ekosystemtjanstkonferens.pdf) [hämtad 2011-10-03]

Malmö stad, AVD.ch.gruppen (2006) *Förslag till handlingsprogram för Risebergabäcken*. Malmö.

Malmö stad (2011a) *Klimatanpassningsstrategi för Malmö stad (Remissversion april 2011)* Malmö.

Malmö stad (2011b) *Gröna verktyg för urban klimatanpassning*. Malmö.

Malmö stad (odat.) *Miljöprogram för Malmö stad 2003-2008 (plattform för ekologiskt hållbar utveckling)*. Malmö.

Malmö stadsbyggnadskontor (2008). Dialog-pm 2008:2: *Klimatet, havsnivån och planeringen*. [Elektronisk] Tillgänglig: [http://www.malmo.se/download/18.1c002f7b12a6486c372800012055/Havsniva\\_Dialog\\_pm.pdf](http://www.malmo.se/download/18.1c002f7b12a6486c372800012055/Havsniva_Dialog_pm.pdf) [hämtad 2011-09-01]

Malmö stad. Hemsida. [Elektronisk] (odat.) Tillgänglig: <http://www.malmo.se/Medborgare/Miljo-hallbarhet/Miljoarbetet-i-Malmo-stad/Miljoprojekt/Klimatanpassning/GreenClimeAdapt/Oppen-dagvattenhantering.html> [hämtad 2011-09-21]

Mathur, A. & da Cunha, D. (2009) *SOAK - Mumbai in an estuary*. New Delhi.

Morfiadakis E. (2008). *Om kolonier i Malmö 2008*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.malmo.se/download/18.5d8108001222c393c00800099267/Koloniutredn+3+4.pdf> [hämtad 2011-11-14]

MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap). Hemsida. [Elektronisk] (2010) Tillgänglig: <https://www.msb.se/sv/Kunskapsbank/Kartor/Oversvarningskartering/> [hämtad 2011-11-07]

Nationalencyklopedin Hemsida. [Elektronisk] (2012a) Tillgänglig: <http://www.ne.se> [hämtad 2012-03-14]

Nationalencyklopedin Hemsida. [Elektronisk] (2012b) Tillgänglig: <http://www.ne.se> [hämtad 2012-08-06]

Niemczynowicz, J. (1999) *Internationell sammanställning av erfarenheter med ekologisk dagvattenhantering*. Stockholm.

Nikolajew, M. (2008) Vattnets uttryck för konstnärlig och sinnlig upplevelse. *Gröna fakta* [Elektronisk] 3/2008: Tillgänglig: <http://www.movium.slu.se/medlem/dokument/GronaFakta/Fakta2008-3.pdf> [hämtad 2011-11-17]

Nordnytt. (2011). SVT1. 2011-09-21.

Persson, G., Sjökvist, E., Åström, S., Eklund, D., Andréasson, J., Johnell, A., Asp, M., Olsson J. & Nerheim, S. (2011) Rapport Nr 2011-52 *Klimatanalys för Skåne län* [Elektronisk] Tillgänglig: [http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/klimatanpassning/kunskapsunderlag/SMHI\\_klimatanalys\\_2012.pdf](http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/klimatanpassning/kunskapsunderlag/SMHI_klimatanalys_2012.pdf) [hämtad 2012-03-22]

Rasmusson, D. (2009). *Översvämnningar hotar Malmö i framtiden*. Sveriges radio. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=96&artikel=3035583> [hämtad 2011-09-21]

Richardson, T. (red.) (2008) *Avant Gardeners*. Singapore.

Rockström, J. (odat.) *Johan Rockström: "Klimathotet ingen bluff"* TV4. [Elektronisk] Tillgänglig: [http://www.tv4.se/1.1531972/2010/02/27/johan\\_rockstrom\\_klimathotet\\_ingen\\_bluff](http://www.tv4.se/1.1531972/2010/02/27/johan_rockstrom_klimathotet_ingen_bluff) [hämtad 2011-09-22]

Rummukainen, M., (2005). Meteorologi nr 119: *Växthuseffekten*. [Elektronisk] Tillgänglig: [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.17951/meteorologi\\_119\\_webb%5B1%5D.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.17951/meteorologi_119_webb%5B1%5D.pdf) [hämtad 2011-11-11]

SMHI. Hemsida. [Elektronisk] (2007) Tillgänglig: <http://www.smhi.se/klimat-data/klimatscenarier/klimatanalyser/sveriges-framtida-klimat-1.8256> [hämtad 2011-09-20]

SMHI. Hemsida. [Elektronisk] (odat.) Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi> [2011-09-22]

Sterner, E., Lundgren, G. & Widarsson, L-E. (1996) Vattennivåer i Riseberga-bäcken styr exploateringen. Stadsbyggnad 1. s. 12-15

Strömkvist, S. & Törnberg, U. *Svårt att planera för havsnära kommuner* (29 november 2011). Sydsvenskan, s. A6

Thaitakoo, D. & McGrath, B. (2008) *Changing Landscape, Changing Climate: Bangkok and the Chao Phraya River Delta* [Elektronisk] Tillgänglig: [\[holarship.org/uc/item/3wn1t6sx\]\(http://holarship.org/uc/item/3wn1t6sx\) \[hämtad 2011-10-03\]](http://esc-</a></p></div><div data-bbox=)

VA Syd (2008) *Sanering av Malmö avloppsledningsnät – Lägesrapport 2007* [Elektronisk] Tillgänglig: [http://www.spildevandsinfo.dk/lynette/itf5.50/knw/wit/ltfknowledge.nsf/WebLTFEmbedView/13AD94974B48512BC125744A0020E53A/\\$FILE/L%E4gesrapport%202007.pdf](http://www.spildevandsinfo.dk/lynette/itf5.50/knw/wit/ltfknowledge.nsf/WebLTFEmbedView/13AD94974B48512BC125744A0020E53A/$FILE/L%E4gesrapport%202007.pdf) [hämtad 2011-09-26]

VA Syd. Hemsida. [Elektronisk] (2010-10-17) Tillgänglig: <http://www.vasyd.se/VattenAvlopp/Arbeten/Malmo/Pages/Skogholmsangar.aspx> [hämtad 2011-09-21]

Vetenskapens värld. (2011) SVT 2. 2011-10-10.

*Water: Curse or Blessing!*? (2011) Giesler, U. (red.) [Katalog] Berlin.

Wikipedia. Hemsida. [Elektronisk] (2011-09-23a) Tillgänglig: [http://en.wikipedia.org/wiki/Rain\\_garden](http://en.wikipedia.org/wiki/Rain_garden) [hämtad 2011-10-10]

Wikipedia. Hemsida. [Elektronisk] (2011-06-27b) Tillgänglig: [http://sv.wikipedia.org/wiki/Yttre\\_Ringv%C3%A4gen](http://sv.wikipedia.org/wiki/Yttre_Ringv%C3%A4gen) [hämtad 2011-12-10]

Wong, O., (2008) *Torkdrabbade får betala grönt OS*. Sydsvenskan [online] Tillgänglig: <http://www.sydsvenskan.se/varlden/article309276/Torkdrabbade-far-betala-gront-OS.html> [2012-01-09]

Zimmermann, A. (red.) (2008) *Constructing landscape*. Berlin.

Åkesson, M., Kristensson, A., Anne-Lie Mårtensson, Burelius, C., & Persson, P., *Stigande havsnivå – konsekvenser för fysisk planering*, Länsstyrelserapport:

2008:5 2008. Kristianstad.



